

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**VYHODNOCENÍ ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ
ODPADNÍCH VOD V KRAVAŘÍCH**

Evaluation of sewerage and wastewater treatment in Kravaře

diplomová práce

Autor:

Vedoucí diplomové práce:

Bc. Alena Kulichová

Ing. Hana Škrobánková, Ph.D.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Alena Kulichová**
Studijní program: **N2102 Nerostné suroviny**
Studijní obor: **3904T005 Environmentální inženýrství**
Téma: **Vyhodnocení odkanalizování a čištění odpadních vod v Kravařích**
Evaluation of sewerage and wastewater treatment in Kravaře

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Nástroje ochrany životního prostředí v oblasti ochrany vod
3. Charakteristika řešené oblasti
4. Projekt odkanalizování a čištění odpadních vod v Kravařích
5. Současný stav odkanalizování a čištění odpadních vod v Kravařích
6. Vytipování problémů a varianty jejich řešení
7. Vyhodnocení a závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Tuček F., Chudoba J., Koniček Z.: Základní procesy a výpočty v technologii vody, SNTL 1988.
2. Hlavínek P., Mičín J., Prax.: Příručka stokování a čištění, NOEL 2000
3. Chudoba J., Dohányos M., Waner J.: Biologické čištění odpadních vod SNTL Praha, 1991
4. Pytl V. a kol.: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod, SOVAK ČR, 2004, ISBN 80-239-2528-8

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Hana Škrobánková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2013

Datum odevzdání: 30.04.2014



prof. Ing. Vojtech Dimer, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do její skutečné výše).

V Ostravě dne 31. března 2014

Alena Kulichová

Bc. Alena Kulichová

Summary

The aim of this dissertation is the evaluation of project „Construction of a new public sewage treatment plant and a factory unit ČOV in Kravaře“. This project was designed to implement goals of councillor regulation number 91/127/EHS on refining of sewage water for conurbation of more than 2000 EO – inhabitants. At the beginning of this work there are explained instruments of environmental policy with basic terminology and legislative framework of designed problem. In next part of dissertation there are explained conditions and regulations of biological cleaning process of town sewage water. At the beginning of the practical part there are shown basic facts of the town Kravaře and its surrounding area and a project preparation is explained. It is followed by description of sewage treatment plant construction and evaluation of its attachment to town inhabitants. The dissertation deals in detail with sewage water plant scheme and service during the years 2011/2013. Well arranged graphs and charts showing important construction figures of this sewage treatment plant in the town of Kravaře are essential part of this dissertation work.

Keywords:

sewage treatment plant, sewage system, town sewage water, permanent operation, pollution

Anotace

Cílem diplomové práce je vyhodnocení projektu „Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích“, který byl realizován z důvodu naplnění cílů požadovaných Směrnicí Rady č. 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod pro aglomerace nad 2 000 EO. V úvodu diplomové práce je seznámení s nástroji ochrany životního prostředí s uvedením základní terminologie a legislativním rámcem řešené problematiky. V další části diplomové práce jsou popsány podmínky a zákonitosti procesu biologického čištění městských odpadních vod. V úvodu praktické části jsou uvedeny základní údaje o městě Kravaře a jeho nejbližším okolí a přiblížen proces přípravy projektu. Následuje popis výstavby veřejné splaškové kanalizace a vyhodnocení informací týkajících se připojování jednotlivých obyvatel města Kravaře na novou oddílnou

splaškovou kanalizaci. Podrobněji je diplomová práce zaměřena na vyhodnocení provozu čistírny odpadních vod se zaměřením na období trvalého provozu v letech 2011 - 2013. Součástí diplomové práce jsou tabulky a grafy, které přehledně znázorňují důležité skutečnosti o výstavbě a provozu nové vodohospodářské infrastruktury sloužící k odvádění a čištění odpadních vod ve městě Kravaře.

Klíčová slova:

čistírna odpadních vod, kanalizace, městská odpadní voda, trvalý provoz, znečištění

Poděkování

Chtěla bych poděkovat za ochotu, odbornou pomoc a konzultaci při realizaci mé diplomové práce Ing. Haně Škrobánkové, Ph.D., všem pracovníkům Oddělení ochrany vod na České inspekci životního prostředí, Oblastní inspektorát Ostrava za trpělivost, odborné rady a poskytnuté materiály, a to zejména Ing. Götzingerové, Ing. Maurycové a Ing. Urbanové a mé rodině.

Obsah

1	Úvod	1
2	Nástroje ochrany životního prostředí.....	2
2.1	Základní právní předpisy Evropské unie a České republiky v oblasti ochrany vod	2
2.1.1	Právní předpisy Evropské unie	2
2.1.2	Právní předpisy České republiky	3
2.2	Princip „znečišťovatel platí“	5
2.3	Institucionální nástroje	6
2.4	Dobrovolné a informační nástroje.....	7
3	Biologické čištění městských odpadních vod	7
3.1	Aerobní čištění odpadních vod	8
3.2	Anaerobní čištění odpadních vod.....	9
3.3	Odstraňování dusíku a fosforu z odpadních vod.....	9
3.3.1	Dusík	10
3.3.2	Fosfor	12
3.4	Kalové hospodářství.....	13
3.4.1	Surový kal.....	15
3.4.2	Stabilizovaný kal.....	16
4	Základní údaje o městě Kravaře.....	16
4.1	Vodstvo v okolí města Kravaře.....	17
4.1.1	Údaje o kvalitě vody v řece Opavě – profil Štěpánka.....	18
4.2	Přírodní rezervace Koutské a Zábřežské louky	19
5	Vypouštění odpadních vod ve městě Kravaře před realizací projektu	20
6	Příprava realizace projektu.....	24
6.1	Legislativa.....	25

6.2	Financování projektu	28
7	Novostavba veřejné splaškové kanalizace	29
7.1	Vyhodnocení údajů o připojování obyvatelstva na ČOV Kravaře	31
8	Novostavba čistírny odpadních vod	31
8.1	Kvalita a množství odpadních vod přiváděných na ČOV Kravaře	37
8.2	Porovnání projektovaných parametrů a skutečnosti v roce 2013	39
8.3	Vyhodnocení trvalého provozu ČOV	40
8.4	Kvalita odpadních vod vypouštěných z ČOV Kravaře	42
8.5	Účinnost čištění odpadních vod	51
9	Provoz kalového hospodářství	52
9.1	Přebytečný kal na ČOV Kravaře	52
9.2	Chemický kal na ČOV Kravaře	53
9.3	Vyhodnocení provozu kalového hospodářství	56
10	„Znečišťovatel platí“ ve městě Kravaře	61
10.1	Vodné a stočné	61
10.2	Poplatek za vypouštění odpadních vod do vod povrchových	62
11	Závěr	67
	Použitá literatura	69
	Seznam obrázků	72
	Seznam tabulek	73
	Seznam grafů	75
	Seznam příloh	76

Seznam použitých zkratek

AN –	aktivační nádrž
AOX –	anglicky: Adsorbable Organically bound Halogens česky: halogenové organické sloučeniny
BAT –	anglicky: Best Available Techniques česky: nejlepší dostupné techniky
BSK ₅ –	biochemická spotřeba kyslíku za dobu 5 dní
ČHP –	číslo hydrologického pořadí
ČOV –	čistírna odpadních vod
ČR –	Česká republika
DN –	dosazovací nádrž
EHS –	Evropské hospodářské společenství
EIA –	anglicky: Environmental Impact Assessment česky: vyhodnocení vlivů na životní prostředí
EO –	ekvivalentní obyvatel definován produkcí znečištění 60 g BSK ₅ za 1 den
EU –	Evropská unie
EUR –	euro
CHSK _{Cr} –	chemická spotřeba kyslíku dichromanovou metodou
KÚ MSK –	Krajský úřad Moravskoslezského kraje
MěÚ –	městský úřad
MZe –	Ministerstvo zemědělství
MŽP –	Ministerstvo životního prostředí
N-NH ₄ ⁺ –	amoniakální dusík
N-NO ₃ ⁻ –	dusičnanový dusík
P _{celk.} –	celkový fosfor
PRVKÚK MSK –	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Moravskoslezského kraje
SFŽP –	Státní fond životního prostředí
ŽP –	životní prostředí

1 Úvod

Městské odpadní vody (jiným názvem „vody komunální“) jsou vody, které vznikají smísením odpadních vod průmyslových a odpadních vod splaškových, popř. vod srážkových a jiných (např. z čištění ulic a veřejných prostranství) na území měst a obcí. Tyto vody mohou být zdrojem znečištění jak povrchové, tak podzemní vody. Znečištění vody je možno definovat jako změnu fyzikálních, chemických a biologických vlastností vody, která omezuje nebo znemožňuje její použití k danému účelu. Cílem všech vyspělých zemí je zajistit vypouštění městských odpadních vod v takové jakosti a množství, aby nebyla hrozbou pro vodu samotnou. Úroveň odvádění a likvidace městských odpadních vod je obrazem o technickém, ekonomickém, kulturním a sociálním stupni dané společnosti. Pro zajištění tohoto cíle byly a jsou přijímány nezbytné nástroje ochrany životního prostředí („ŽP“), mezi které patří zejména nástroje právní stanovující využívání práva k péči o životní prostředí. Základním právním nástrojem ochrany povrchové a podzemní vody při nakládání s městskými odpadními vodami je Směrnice Rady č. 91/271/EHS ze dne 21. května 1991, o čištění městských odpadních vod („Směrnice Rady č. 91/271/EHS“). Směrnice Rady č. 91/271/EHS, která je závazná pro všechny státy Evropské unie („EU“), má za cíl pomocí stanovených opatření zajistit ochranu povrchových vod před znečišťováním způsobeným vypouštěním splaškových odpadních vod a biologicky odbouratelných průmyslových odpadních vod, dále upravuje pravidla a podmínky vypouštění a čištění odpadních vod z důvodu ochrany vodních toků před nepříznivými účinky způsobenými nedostatečným vyčištěním městských odpadních vod.

Cílem diplomové práce je vyhodnotit projekt „Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích“ („projekt“), který byl realizován z důvodu naplnění cílů, které jsou požadovány Směrnicí Rady č. 91/271/EHS pro aglomerace nad 2 000 ekvivalentních obyvatel („EO“). Nejprve budou poskytnuty základní informace týkající se nástrojů ochrany životního prostředí se základní terminologií řešené problematiky a s legislativním rámcem a dále informace o procesu biologického čištění městských odpadních vod. V praktické části bude provedeno vyhodnocení projektu se zaměřením na vyhodnocení trvalého provozu čistírny odpadních vod.

2 Nástroje ochrany životního prostředí

Mezi základní nástroje ochrany životního prostředí patří:

- právní nástroje,
- ekonomické nástroje,
- institucionální nástroje,
- dobrovolné nástroje,
- informační nástroje.

Všechny vyjmenované nástroje se vzájemně doplňují.

2.1 Základní právní předpisy Evropské unie a České republiky v oblasti ochrany vod

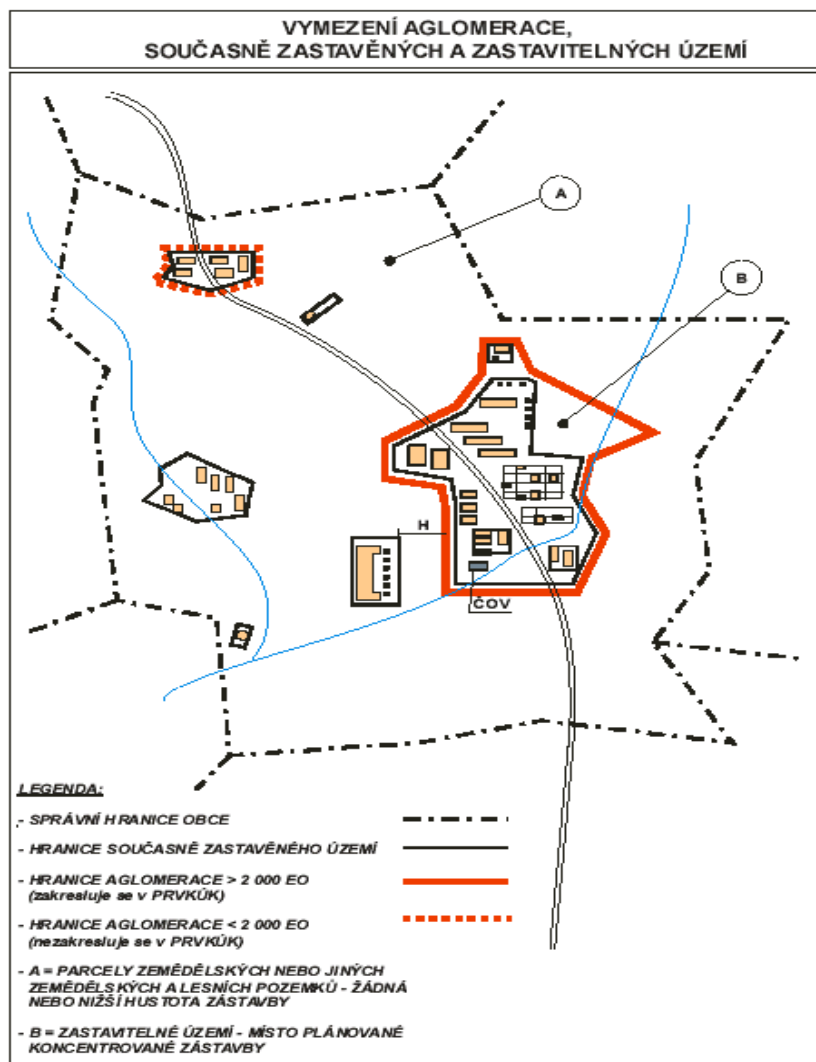
Právní nástroje jsou jedny z nejdůležitějších nástrojů ochrany životního prostředí. Jejich používání je povinné, neboť ho vyžadují příslušné zákony. Právní ochrana stanovuje využívání práva k péči o životní prostředí. Závisí nejen na přijetí potřebných zákonů a dalších právních nástrojů, ale i na kontrole jejich dodržování. V českých zemích je oblast ochrany vod právně ošetřována již od 19. století.

2.1.1 Právní předpisy Evropské unie

Nejvýznamnějším a nejucelenějším normativním - legislativním nástrojem pro oblast vody (vnitrozemské povrchové vody, podzemní vody, brakické a pobřežní vody) ve státech EU je Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, tzv. Rámcová směrnice vodní politiky (Cíle a nástroje Rámcové směrnice, 2.8.2013, [online]). Směrnice zavádí pojem „dobrý stav vod“, kdy k dosažení tohoto stavu je potřeba docílit dobrého „ekologického“ (biologické a morfologické charakteristiky) a „chemického“ (kvalitativní ukazatele) stavu vod. Pojem by se dal stručně popsat jako stav vodních útvarů, které nejsou příliš ovlivněny lidskými zásahy (Chave, 2001).

K zajištění ochrany povrchových vod před znečišťováním způsobeným vypouštěním splaškových odpadních vod a biologicky odbouratelných průmyslových odpadních vod ve státech EU slouží Směrnice Rady č. 91/271/EHS ze dne 21. května 1991, o čištění městských odpadních vod.

Pro celkovou a správnou implementaci požadavků Směrnice Rady č. 91/271/EHS je zcela zásadní definice pojmu „aglomerace“. Její vymezení není ve Směrnici Rady č. 91/271/EHS zcela jednoznačné. Jedná se o oblast, v níž jsou obyvatelé nebo hospodářská činnost soustředěna natolik, že městské odpadní vody jsou shromažďovány a odváděny do městské čistírny odpadních vod („ČOV“) nebo do společného místa vypouštění (viz *Obr. 1*).



Obr. 1-Vymezení hranic aglomerace (MZe, Metodický pokyn čj. 10534/2002-6000, 2004)

2.1.2 Právní předpisy České republiky

Základní právní normou České republiky („ČR“) na ochranu vod je Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů („zákon o vodách“, „vodní zákon“). Zákon o vodách je upřesňován vyhláškami

a věstníky příslušných ministerstev, ve kterých jsou předkládány resortní instrukce, metodické pokyny, návody, postupy, sdělení aj.

Směrnice Rady č. 91/271/EHS byla v ČR implementována do zákona o vodách, a to novelizacemi: Zákon č. 20/2004 Sb. (čl. II odst. 6) s účinností k 23. lednu 2004, Zákon č. 150/2010 Sb. (§ 125j) s účinností k 1. srpnu 2010.

Citace z příslušných zákonů:

Čl. II odst. 6 Zákona č. 20/2004 Sb.

„Obce, jejichž současně zastavěné území je zdrojem znečištění o velikosti nad 2 000 ekvivalentních obyvatel, nebo ty, které této velikosti dosáhnou do 31. prosince 2010, jsou povinny nejpozději do 31. prosince 2010 zajistit odkanalizování a čištění jejich odpadních vod na úroveň stanovenou nařízením vlády vydaným podle § 38 odst. 5 vodního zákona, ve znění tohoto zákona“.

§125j Zákona č. 150/2010 Sb.

„Porušení povinnosti obce

(1) Obec se dopustí správního deliktu tím, že nepředloží žádost o územní rozhodnutí podle § 92 zákona stavebního zákona za účelem splnění povinnosti stanovené v čl. II bodu 6 zákona č. 20/2004 Sb.

(2) Za správní delikt se uloží pokuta do 1 000 000 Kč. “.

Základní pravidla pro stanovení hranic aglomerací v ČR (viz *Obr. 1*) jsou uvedeny v Metodickém pokynu Ministerstva zemědělství pro zpracování Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací kraje čj. 10534/2002-6000, Dodatek č. 1 ze dne 5. března 2004, který je určený krajským úřadům. V těchto pravidlech je např. uvedeno:

- hranice aglomerace určují hranice současně zastavěných a zastavitelných území, ve kterých je odpadní voda z hlediska nákladů efektivně shromažditelná,

- hranice aglomerace není závislá na hranici správního území obce, na počtu současně zastavěných a zastavitelných území obce a na technickém řešení čištění shromažďovaných odpadních vod,

- aglomerací může být tedy jen část obce stejně jako společně více obcí.

Ministerstvo zemědělství („MZe“) a Ministerstvo životního prostředí („MŽP“) na základě pověření Úřadu vlády České republiky vede seznam aglomerací, kterých se Směrnice Rady č. 91/271/EHS týká. Seznam je přílohou Aktualizace strategie financování (Aktualizace strategie financování, 2010).

Mezi další klíčové právní předpisy sloužící k ochraně stavu vodního hospodářství ČR patří dále Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech ve znění pozdějších předpisů („Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.“) a významným dokumentem je Plán rozvoje vodovodů a kanalizací území České republiky.

2.2 Princip „znečišťovatel platí“

Šetrnější přístup k životnímu prostředí, nejen v oblasti ochrany vod, je uplatňován dále pomocí ekonomických nástrojů - poplatky, daně, emisní povolenky, pojištění odpovědnosti za škody na životním prostředí. Jedná se o nástroje, které nepřímo ovlivňují chování jednotlivých subjektů (podniků, obcí, občanů), kteří svou činností působí škody životnímu prostředí - znečišťovatelé. Cílem uplatňování těchto nástrojů je omezení či úplné zabránění vnosu znečišťujících látek do životního prostředí na základě ekonomické úvahy znečišťovatele.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2004/35/ES ze dne 21. dubna 2004 o odpovědnosti za životní prostředí v souvislosti s prevencí a nápravou škod na životním prostředí je prvním právním předpisem na úrovni Evropského společenství, který si klade za cíl použití zásady „znečišťovatel platí“. Tato směrnice zakládá společný rámec odpovědnosti s cílem předcházení a nápravy škod způsobených zvířatům, rostlinám, přírodním stanovištím, vodním zdrojům a půdám. V legislativních předpisech České republiky jsou základy tohoto principu zakotveny v Zákoně č. 388/1991 Sb., o Státním fondu životního prostředí České republiky („SFŽP“).

V souvislosti s vypouštěním odpadních vod do vod povrchových je princip „znečišťovatel platí“ dán příslušnými ustanoveními zákona o vodách.

Citace ze zákona o vodách:

§ 89 Zákona č. 254/2001 Sb.

„Právnícká nebo fyzická osoba, která vypouští odpadní vody do vod povrchových, (dále jen „znečišťovatel“) je za podmínek stanovených v tomto zákoně povinna platit poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod a poplatek z objemu vypouštěných odpadních vod (dále jen „poplatky“). Poplatky se platí za jednotlivé zdroje znečišťování.“

§ 90 odst. 1 Zákona č. 254/2001 Sb.

„Poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod je znečišťovatel povinen platit, jestliže jím vypouštěné odpadní vody překročí v příslušném ukazateli znečištění zároveň hmotnostní a koncentrační limit zpoplatnění.“

Výše poplatku za 1 kg znečištění ve vypouštěných odpadních vodách je dána pro ukazatele CHSK, RAS, NL, $P_{celk.}$, $N_{anorg.}$, AOX, rtuť a kadmium sazbami pro výpočet poplatku uvedenými v příloze č. 2 vodního zákona, ve které jsou také stanoveny hmotnostní a koncentrační limity zpoplatnění. Poplatek za objem vypouštěných odpadních vod do vod povrchových je znečišťovatel povinen platit, jestliže objem skutečně vypouštěných odpadních vod překročí za kalendářní rok množství 100 000 m³, kdy sazba je stanovena na 0,10 Kč za 1 m³ vypouštěné odpadní vody. Tyto poplatky jsou příjmem SFŽP a jsou využívány na ochranu životního prostředí.

2.3 Institucionální nástroje

Působnost ústředních orgánů státní správy v oboru vodního hospodářství je stanovena pro MZe a MŽP v součinnosti s dalšími ministerstvy (Ministerstvo zdravotnictví, Ministerstvo dopravy a spojů, Ministerstvo obrany). MZe a MŽP jsou státními orgány odpovědnými za ochranu vod na území ČR. Každoročně předkládají Úřadu vlády ČR komplexní přehled o stavu ochrany vod a vodního hospodářství v ČR, který je popsán na základě skutečností daného roku týkajících se ochrany množství a jakosti povrchových a podzemních vod a povodňové ochrany probíhající v souladu s požadavky českého i komunitárního práva a dále je zde uveden přehled všech činností zahrnovaných do systému vodního hospodářství v působnosti resortů MZe a MŽP. Přehled je stručně označován jako „Modrá zpráva“ (Zpráva o stavu vodního hospodářství v roce 2009, 6.8.2013, [online]).

2.4 Dobrovolné a informační nástroje

Dobrovolné nástroje jsou nástroje, jejichž používání není nařízeno žádným zákonem, předpisem nebo nařízením. Rozhodnutí o používání tohoto nástroje je na svobodné vůli daného subjektu nad legislativní rámec a je známkou toho, že se daný subjekt snaží chovat k životnímu prostředí šetrněji.

Informační nástroje jsou takové nástroje, které poskytují informace o životním prostředí úřadům, podnikům, školám a široké veřejnosti. Patří zde nejen informace veřejných sdělovacích prostředků, ale také informace na příslušných webových stránkách, v elektronických časopisech a samozřejmě výchova a osvěta ve školách.

Uvedené nástroje na ochranu ŽP přispívají k tomu, aby se společnost, ať jde o právnické subjekty nebo o jedince, zamýšlela nad svými postoji, názory a konáním, které přímo nebo nepřímo životní prostředí ovlivňují a ochranu životního prostředí přijala za součást svého života. Kvalitní životní prostředí je základem zdraví obyvatel státu a zvyšuje atraktivitu území pro život, práci a investice.

Projekt „Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích“ je reálným dokladem péče o životní prostředí pomocí výše vyjmenovaných nástrojů ochrany ŽP.

3 Biologické čištění městských odpadních vod

Pro srozumitelné vyhodnocení projektu, zejména trvalého provozu ČOV Kravaře, jsou v této kapitole popsány základní podmínky a zákonitosti o procesu biologického čištění městských odpadních vod.

Základem pro biologické čištění městských odpadních vod jsou biochemické oxidačně-redukční procesy (Dohanyos aj., 1994). Tyto procesy jsou založeny na faktu, že znečišťující látky v odpadních vodách mohou sloužit mikroorganismům jako zdroj energie a jako materiál pro buněčnou syntézu (Grau, 1977). Rozpuštěné znečištění se přemění na buňky mikroorganismů, které se shlukují a vytvářejí usaditelné vločky se schopností oddělovat se od čištěné odpadní vody. Tento základní děj je provázen doprovodnými jevy, jako např. adsorpcí koloidního a jemně rozptýleného znečištění na vytvořené složky biomasy, kde jsou pomalu asimilovány.

Biologické čištění odpadních vod se dělí na dva základní druhy:

- aerobní čištění odpadních vod,
- anaerobní čištění odpadních vod.

3.1 Aerobní čištění odpadních vod

Při biologickém aerobním čištění odpadních vod se uplatňují biochemické procesy, které jsou podmíněny činností aerobních mikroorganismů a přítomností dostatečného množství molekulárního kyslíku (Wanner aj., 1991). Pro optimální poměr musí být rychlost přísunu kyslíku větší nebo rovna rychlosti jeho spotřeby. Mikroorganismy rozkládají působením svých enzymů oxidačními procesy organické látky obsažené v odpadních vodách. Část organických látek se zoxiduje na CO_2 a H_2O , část se spotřebuje na syntézu zásobních látek a nových buněk (Dohányos aj., 1994). Část prvků potřebných ke stavbě buněčné hmoty získávají mikroorganismy také z látek anorganických (Malý, Malá, 2006).

Nejrozšířenějším způsobem biologického aerobního čištění městských odpadních vod, poprvé popsáno v roce 1914, je použití tzv. aktivačního procesu (Grau, 1977). Jedná se o způsob čištění odpadních vod s kulturou ve vznosu. Během tohoto procesu dochází v aktivační nádrži („AN“) ke směšování přitékající odpadní vody s aktivovaným kalem. Tato „směs“ podléhá díky přítomnosti dostatečného množství molekulárního kyslíku (míchání, vstup z aeračních elementů) oxidačním procesům. Konečným akceptorem elektronů je tedy molekulární kyslík. Výsledkem je přírůstek aktivovaného kalu a úbytek rozložitelných organických látek v čištěné vodě. Aktivovaný kal s vodou, nazývaný „aktivační směs“, je odváděn do dosazovací nádrže („DN“), kde dochází k sedimentaci a zahuštění aktivovaného kalu. Větší část zahuštěného aktivovaného kalu, tzv. vratný kal, se vrací zpět do čistícího procesu, menší část se odvádí jako přebytečný kal do kalového hospodářství ČOV k dalšímu zpracování (Grau, 1977). Vratný kal je základním předpokladem pro rychlost růstu a produkci mikroorganismů. Objemový podíl vratného neboli recirkulovaného kalu k objemu aktivace bývá 30 - 50 %, viz také kapitola 3.4. Voda oddělená z aktivační směsi v DN je vodou biologicky vyčištěnou a je z ČOV vypouštěna do recipientu.

K nejdůležitějším technologickým parametrům aktivace patří:

- doba zdržení (poměr objemu nádrže k přítoku odpadní vody, takto definovaná doba zdržení nezahrnuje recirkulaci),
- objemové zatížení (hmotnostní množství organických látek přivedené na 1 m³ AN za den),
- zatížení kalu (hmotnostní množství organických látek přivedené na 1 kg celkové nebo organické sušiny kalu za den),
- stáří kalu (podíl hmotnosti sušiny kalu v AN a hmotnosti sušiny kalu odebírané za den jako přebytečný kal včetně látek unikajících odtokem),
- kalový index (objem v ml, který zaujímá 1 g sušiny kalu po půlhodinové sedimentaci),
- výkonnost AN (hmotnostní množství organických látek odstraněné v 1 m³ AN za den) ad.

Výše uvedené technologické parametry slouží k rozdělení aktivace na nízkozatíženou, střednězatíženou, vysokozatíženou, rychloaktivaci atd. (Wanner aj., 1991).

3.2 Anaerobní čištění odpadních vod

Methanizace je obecný pojem, pod který jsou zahrnovány anaerobní procesy čištění odpadních vod a stabilizace kalů (Wanner aj., 1991). Jedná se o soubor procesů, při kterém dochází bez přístupu vzduchu pomocí činnosti mikroorganismů k biologickému rozkladu organické hmoty. Dle akceptorů elektronů rozlišujeme:

- anaerobní respiraci,
- anaerobní fermentaci.

Konečnými produkty jsou vzniklá biomasa, plyny (CH₄, CO₂, H₂, N₂, H₂S) a nerozložitelný zbytek organické hmoty, který díky stabilizaci vykazuje hygienicky a senzoricky nezávadné vlastnosti. Anaerobní čištění odpadních vod se využívá zejména při zpracování různých typů organických kalů, vodných suspenzí a koncentrovaných roztoků.

3.3 Odstraňování dusíku a fosforu z odpadních vod

Pro splaškové odpadní vody je typický obsah organického znečištění se zvýšeným obsahem amoniakálního dusíku a fosforu. Dusík spolu s fosforem patří mezi základní makrobiogenní prvky. Nadměrná koncentrace sloučenin těchto prvků je v odpadních

vodách vypouštěných do povrchových vod recipientu nežádoucí, a to zejména díky negativnímu vlivu na proces eutrofizace (zvýšený růst zelených organismů).

Celé území ČR je vymezeno na základě příslušných ustanovení vodního zákona citlivou oblastí. Ze Směrnice Rady č. 91/271/EHS proto vyplývá pro všechny obce ČR nad 2 000 EO povinnost terciárního stupně čištění odpadních vod, tzn. odstraňování sloučenin dusíku a fosforu z odpadních vod.

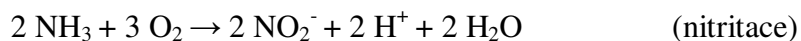
3.3.1 Dusík

Dusík se v odpadních vodách vyskytuje ve formě organické i anorganické. Nejčastěji se jedná o formu anorganickou, a to amoniakální (N-NH_4^+ , nedisociovaná forma N-NH_3), dusičnanový (N-NO_3^-) a dusitanový (N-NO_2^-) dusík. Průměrná hodnota produkce dusíku dle ČSN 75 6401 (Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel) na 1 EO za den je 11 g. Z odpadní vody se dusík odstraňuje několika procesy:

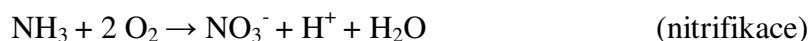
- proces nitrifikace s následným procesem denitrifikace,
- provizorní postdenitrifikace při přivádění aktivační směsi do DN,
- odvoz anaerobně stabilizované kalu, který obsahuje sloučeniny dusíku.

Největší díl anorganického dusíku v odpadních vodách je odstraněn v biologickém procesu v oxickém prostředí, kterého se účastní nitrifikační bakterie (např. bakterie rodu *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* ad.), tzv. nitrifikace s následnou denitrifikací. Při těchto procesech je využíváno skutečnosti, že sloučeniny anorganického dusíku snadno podléhají biochemické oxidaci na dusitany a následně na dusičnany.

Průběh nitrifikace lze zachytit rovnicemi:



úhrnem:



Prostředí, ve kterém proces nitrifikace probíhá úspěšně, je charakterizováno těmito vlastnostmi:

- koncentrace rozpuštěného kyslíku na hodnotě 2 mg.l^{-1} ,

- hodnota pH v rozmezí 7,9 – 8,2,
- optimální teplota pro čisté kultury v rozmezí 28 - 32° C,
- zatížení kalu pod 0,30 kg.kg⁻¹.d⁻¹,
- stáří kalu 5 dní (dostatečné stáří kalu zaručuje, že se s přebytečným kalem, který je tvořen převážně organotrofními bakteriemi, neodstraní i pomalu rostoucí nitrifikační bakterie),
- dostatečná doba kontaktu v nitrifikaci,
- vyloučení přítomnosti inhibičních látek, např. těžkých kovů, kyanidů ad. (Dohányos aj., 1994).

Při dosažení nitrifikace je výsledná účinnost odstranění dusíku v aktivaci určena především množstvím dusičnanů, které se podrobí navazujícímu procesu – denitrifikaci. Proces denitrifikace je biochemická redukce dusičnanů až na elementární dusík (N₂), příp. oxid dusný (N₂O), který přechází z AN do atmosféry. Tento proces probíhá za anoxických podmínek, tzn. bez přítomnosti rozpuštěného kyslíku, kdy akceptorem elektronů je dusičnanový dusík (u nitrifikace je akceptorem elektronů rozpuštěný kyslík). Proces denitrifikace probíhá pomocí organotrofních bakterií (např. bakterie rodu *Pseudomonas*, *Denitrobacillus* ad.).

Průběh denitrifikace lze zachytit rovnicemi:



V procesu denitrifikace se uvolňují ionty OH⁻, což v aktivaci zvyšuje celkovou hodnotu pH, která nabývá vyšších hodnot (Dohányos aj., 1994). Mezi faktory ovlivňující rychlost denitrifikace patří:

- teplota prostředí – se zvyšující se teplotou roste rychlost denitrifikace,
- typ substrátu – rychlost denitrifikace je vždy vyšší se substrátem exogenním než endogenním,
- dostatek rozpuštěných organických látek, které jsou donorem elektronů,
- dostatečná doba kontaktu v denitrifikaci,
- rozmezí pH – denitrifikace probíhá v rozmezí pH od 6 do 9 (Wanner aj., 1991).

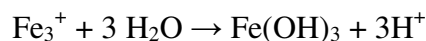
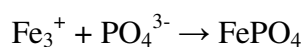
3.3.2 Fosfor

Celkový fosfor $P_{\text{celk.}}$ je součtem rozpuštěného a nerozpuštěného fosforu, který se dále dělí na fosfor anorganický $P_{\text{anorg.}}$ a fosfor organický $P_{\text{org.}}$. Z odpadních vod se fosfor odstraňuje pomocí fyzikálně chemických a biologických metod. Měrná produkce fosforu na 1 EO za den daná ČSN 75 6401 je 2,5 g. Člověk však fyziologicky vyloučí denně cca 1,5 g fosforu (Pitter, 2009) zbytek připadá především na prací prostředky. Vyhláška č. 78/2006 Sb., kterou se mění Vyhláška č. 221/2004 Sb., kterou se stanoví seznamy nebezpečných chemických látek a nebezpečných chemických přípravků, jejichž uvádění na trh je zakázáno nebo jejichž uvádění na trh, do oběhu nebo používání je omezeno, ve znění Vyhlášky č. 109/2005 Sb., znatelně omezila používání fosfátových pracích prostředků (vyhláška zakazuje uvádět na trh v ČR výrobcům a dovozcům od 1. července 2006 prací prostředky pro praní textilu s koncentrací fosforu vyšší než 0,5 % hmotnosti a od 1. října 2006 se nesmí uvádět tyto prací prostředky do oběhu). Takže v současnosti je reálný ekvivalent fosforu nižší, než je uvedeno v ČSN 75 6401.

Fyzikálně chemické metody

Základem fyzikálně chemických metod odstraňování fosforu z odpadních vod je tvorba nerozpustných fosforečnanů vápenatých, hlinitých nebo železitých nejčastěji pomocí srážení. Rozpuštěný anorganický fosfor obsažený v odpadních vodách se převádí na málo rozpustné fosforečnany kovů při současné tvorbě hydroxidů kovů. Jako koagulátu (srážedla) se používají soli železa a hliníku nebo vápno.

Průběh odstraňování fosforu pomocí železitých solí lze zachytit rovnicemi:



Výsledný hydroxid železitý $\text{Fe}(\text{OH})_3$ je ve vodě nerozpustný – shlukuje se do vloček, které k sobě poutají nerozpuštěné látky.

Biologické metody

Biologické odbourávání fosforu probíhá díky schopnosti některých mikroorganismů nacházejících se v aktivovaném kalu (např. *Acinobacter sp.*), které jsou za určitých podmínek schopné akumulovat fosfor ve formě polyfosfátů. Během procesu dochází

k adsorpci fosforu na složky aktivovaného kalu a fosfor je následně odváděn s přebytečným kalem.

3.4 Kalové hospodářství

Kalové hospodářství je nedílnou součástí každé ČOV. Kal je nevyhnutelným produktem procesu čištění odpadních vod a představuje přibližně 1-2 % objemu čištěných odpadních vod, ve kterém je zakoncentrováno cca 50 – 80 % původního znečištění (Dohányos, 26.11.2013, [online]). Cílem kalového hospodářství je úprava kalů na takovou jakost, aby v co nejmenším měřítku negativně ovlivňovaly lidské zdraví a životní prostředí. Požadavkem kalového hospodářství je takové využití nebo zpracování kalů, které je udržitelné a ekonomicky únosné. Náklady na zpracování kalu představují značnou část provozních nákladů celé ČOV.

Kaly jsou suspenzí pevných a agregovaných koloidních látek, které byly původně přítomny v odpadních vodách a které vznikly při různých způsobech jejich čištění. Voda se v kalu ve větší míře nachází jako pevně vázaná. Pevně vázanou vodu lze separovat jen s vynaložením větší energie (v odstředivce nebo přívodem tepelné energie). Volná voda je od kalu snadno oddělitelná, a to sedimentací pomocí gravitačních sil. Koncentraci kalů vyjadřujeme v g/l nebo v %, a to pomocí ukazatele obsah sušiny kalu. Složení a obsah sušiny kalu závisí především na charakteru znečištění odpadních vod a na použitých čistírenských procesech (mechanické čištění, biologické čištění nebo jejich kombinace, fyzikálně-chemické čištění nebo dočištění apod.). V sušině kalu je zastoupena organická a anorganická složka. Obsah organických látek, tzn. organické sušiny, se určuje stanovením ztráty žháním sušiny. Tato ztráta představuje celkový úbytek látek těkavých a spalitelných při 550° C, a to organických i anorganických. V surovém kalu z městských ČOV je poměr organických látek v sušině k anorganickým cca 2:1. Typický surový kal z městské ČOV obsahuje kolem 5 % sušiny (z toho cca 70 % představují látky organické). Po methanizaci následkem rozkladu organických látek až na CO₂ a CH₄ (Grau, 1977) a oddělení kalové vody má kal asi 7 – 10 % sušiny, z toho cca 50 % látek organických, tzn. poměr organických a anorganických látek klesne na 1:1 (Dohányos, 1994).

Pro zjištění schopnosti kalu sedimentovat a zahušťovat se je používán parametr kalový index (Tuček, 1988).

Kalový index (KI) - objem v ml, který zaujímá 1 g sušiny kalu po půlhodinové sedimentaci

$$KI = V_{30}/X$$

V_{30} – objem kalu po 30 minutách sedimentace ve válci o objemu 1 litr

X – počáteční koncentrace sušiny kalu v g/l

Výsledné hodnoty KI indikují:

Tab. 1- Kategorie aktivovaného kalu dle hodnoty kalového indexu (Chudoba aj., 1991)

Typ kalu	Hodnota KI
Normální kal	KI < 100 ml/g
Lehký kal	KI = 100-200 ml/g
Zbytnělý kal	KI > 200 ml/g

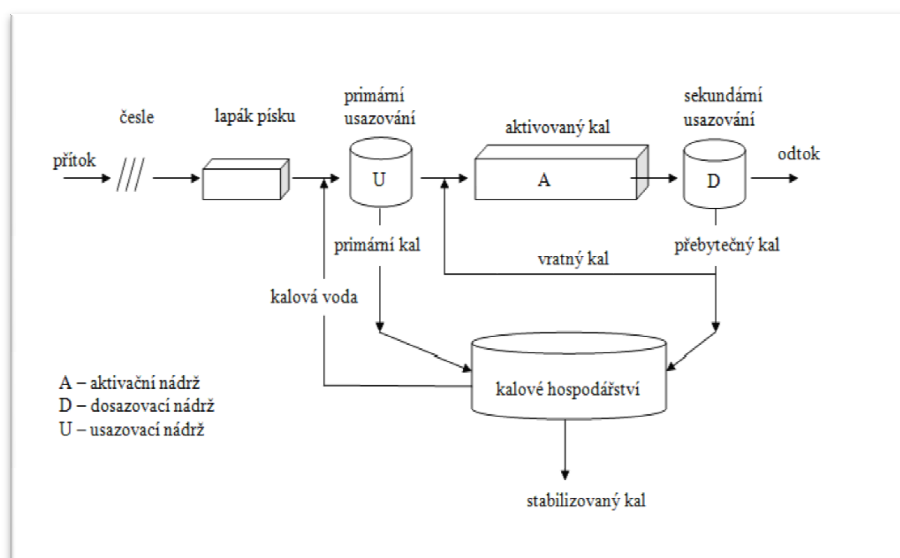
Nízké hodnoty KI se projevují v lepší kvalitě vyčištěné vody. Vyšší hodnoty KI vypovídají o menší rychlosti sedimentace, která má negativní vliv na čistící proces a vede k tzv. vláknitému bytnění kalu. KI je také důležitým ukazatelem potřeby kyslíku v aktivační části ČOV.

Celkové množství produkovaných kalů z čistírenského procesu závisí na množství zpracovávaného znečištění (počet připojených EO), na způsobu čištění odpadních vod a na typu kanalizace (Dohányos, 23.11.2013, [online]).

Základní rozdělení kalů:

- surový kal (primární, sekundární – vratný, přebytečný),
- stabilizovaný kal.

Místa vzniku kalů a jejich cesta v jednotlivých technologických částech ČOV je přehledně znázorněna na Obr. 2.



Obr. 2 - Základní schéma kalového hospodářství na ČOV (autor, 2014)

3.4.1 Surový kal

Kal, který nebyl stabilizován, tzn. že vykazuje známky tzv. hygienické závadnosti. Podle místa, ze kterého je v čistícím systému odebrán, se rozlišují tyto druhy surového kalu:

- primární kal,
- sekundární (aktivovaný) kal.

Primární kal

Kal biologické povahy vznikající v usazovacích nádržích nebo separačních zařízeních, které jsou umístěny před samotným procesem biologického čištění. Tento kal má zpravidla zrnitou strukturu a je tvořen převážně nerozpuštěnými látkami.

Sekundární (aktivovaný) kal

Směsná kultura nacházející se v AN, která je tvořena shluky mikroorganismů, většinou bakterií (např. *Pseudomonas*), dále houbami, plísněmi a kvasinkami a vyššími organismy - protozoa, vířníci, hlístice, prvoci atd. (Dohányos aj., 1994). Aktivovaný kal může obsahovat také vláknité mikroorganismy (např. *Sphaerotilus*, *Leptomit*). Zvýšený výskyt těchto organismů je pro zajištění správného chodu ČOV nežádoucí - způsobuje technologické a provozní problémy, které se projevují zhoršenou kvalitou sedimentačních a zahušťovacích vlastností aktivovaného kalu. Obecně je kvalita i kvantita aktivovaného

kalu závislá zejména na substrátu, na kterém byl kal vypěstován, a na technologických parametrech během kultivace. Kvalitu aktivovaného kalu hodnotíme zejména dle flokulace (srážení, vločkování) a sedimentace vloček kalu. Jedná se o nejvýraznější vlastnosti, kterými se aktivovaný kal projevuje. Tvorba vloček je podmínkou pro dobré sensorické vlastnosti vody na odtoku z ČOV. Aktivovaný kal, který se dostává a následně se usazuje v DN, se dělí na kal vratný, který se vrací zpět do procesu aktivace, a přebytečný, který je zpracováván v kalovém hospodářství ČOV.

3.4.2 Stabilizovaný kal

Jedná se o přebytečný kal, který byl stabilizován. Stabilizací kalu se rozumí aerobní nebo anaerobní zpracování, jehož výsledkem je hygienicky nezávadný kal, který je možno následně použít, aniž by došlo k ohrožení zdraví lidí a životního prostředí. Během procesu stabilizace dochází k poklesu přítomnosti patogenních a ostatních živých organismů a snížení rozložitelného organického podílu sušiny kalu (Dohányos aj., 1994). Jedná se o kal, ve kterém již neprobíhají intenzivní biologické pochody, které by mohly být příčinou sensorických a hygienických problémů souvisejících zejména s přítomností patogenních organismů (např. viry, bakterie *Salmonella*, *Escherichia coli*, protozoa, parazitičtí červi). Hlavním zdrojem těchto organismů jsou zejména exkrementy nemocných lidí a zvířat. Kromě patogenních organismů je potřeba stabilizace kalu dána skutečností, že kal často obsahuje toxické chemické látky, např. těžké kovy jako Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn. Stabilizovaný kal je nepáchnoucí, hygienicky nezávadný a snadno odvodnitelný.

4 Základní údaje o městě Kravaře

Město Kravaře leží v Moravskoslezském kraji v historické oblasti Horního Slezska, které se nazývá Hlučínsko. Jeho vznik je datován rokem 1224. Město je vzdáleno 13 km jižně od polských hranic a 9 km východně od města Opava. Z geografického hlediska leží na úpatí Opavské pahorkatiny v nadmořské výšce 237 m n. m. Jedná se o město s výrazně protáhlým tvarem, který byl dán postupnou výstavbou nemovitostí kolem silnice vedoucí z Ostravy do Opavy (viz Obr. 3).



Obr. 3 - Mapa města Kravaře a jeho nejbližšího okolí (Seznam.cz, [online])

Město má statut obce s rozšířenou působností a je tvořeno třemi místními částmi – město Kravaře, Dvořísko a Kouty. Místní části tvoří kompaktní urbanistický půdorys s jednoduchým uspořádáním funkčních zón města, ve kterých se nachází zejména nemovitosti určené k bydlení. Počet obyvatel k 31. prosinci 2013 byl 6 811 (údaj poskytnutý MěÚ Kravaře).

Krajina v okolí města je charakterizována jako zemědělsko-lesnická. Nejhojněji jsou zde zastoupeny zemědělské půdy s drobnými rozptýlenými porosty dřevin, častějšími v nivě, kde tvoří liniová společenstva podél vodních toků, slepých ramen a melioračních kanálů. Jižně od města se nachází rozsáhlejší komplexy lesních porostů. Odvětví průmyslu a zemědělství jsou zastoupeny v malé míře, a to zejména činností malých a středních podnikatelů v oblasti obchodu, strojírenství, stavebnictví a zemědělství, kteří přispívají k rozvoji města a jeho okolí.

4.1 Vodstvo v okolí města Kravaře

Celé území města spadá do hlavního povodí řeky Odry, které odvodňuje severovýchodní část Moravskoslezského kraje přes Polsko do Baltského moře, a dílčího povodí řeky Opavy. Mezi přítoky řeky Opavy se v blízkosti města Kravaře řadí Chlebičovský potok, potok Štěpánka, Mlýnská strouha a Močelník (viz Obr. 4).



Obr. 4 – Mapa vodstva v nejbližším okolí města Kravaře (HEIS VÚV, [online])

Vodní tok Opava není využíván jako vodárenský zdroj. Zásobování města pitnou vodou je realizováno z oblastního skupinového vodovodu Kravaře – Štěpánkovice - Kobeřice ve správě právního subjektu Severomoravské vodovody a kanalizace a.s. Ostrava, regionální správa Opava.

4.1.1 Údaje o kvalitě vody v řece Opavě – profil Štěpánka

Právním předpisem pro hodnocení stavu útvarů povrchových vod v České republice je Vyhláška MŽP č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod a dále ČSN 75 7221 (Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod) z října 1998. Povodí Odry, státní podnik vydává každoročně Zprávu o jakosti vody v tocích (dále „Zpráva o jakosti“). Metodika použitá ve Zprávách o jakosti vody v jednotlivých říčních profilech na základě míry znečištění povrchových vod vychází z ČSN 75 7221. Principem klasifikace dle této normy je porovnání zjištěných hodnot charakteristických ukazatelů jakosti vody se souborem normativ, které odpovídají hodnocení z obecného ekologického hlediska.

Kvalita vody je rozdělena do 5 tříd jakosti:

Tab. 2 - Přehled tříd jakosti povrchových vod dle ČSN 75 7221

Třída jakosti	Kvalita vody
I. třída	neznečištěná voda
II. třída	mírně znečištěná voda
III. třída	znečištěná voda
IV. třída	silně znečištěná voda
V. třída	velmi silně znečištěná voda

Jakost vody v řece Opavě je sledována celkem v 7 říčních profilech. Město Kravaře se nachází v úseku řeky Opavy, který je hodnocen v profilech – Vávrovice, Malé Hoštice, Děhylov a Třebovice. Srovnáním údajů ze Zprávy o jakosti za roky 2009 (rok ukončení výstavby projektu) až 2013 vyplývá, že se kvalita vody v toku řeky Opavy z hlediska výsledků několikaletého sledování pro účely Povodí Odry, státní podnik prakticky nemění. Kvalita povrchové vody řeky Opavy je klasifikována výslednou III. třídou jakosti, tzn. jako voda znečištěná - stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému (ČSN 75 7221), a to zejména díky vyššímu obsahu celkového fosforu a organického znečištění pocházejícího z vypouštěných odpadních vod z komunálních a průmyslových zdrojů. Vliv na kvalitu povrchové vody mají jednotlivé přítoky řeky Opavy, které jsou zatěžovány nedostatečně čištěnými splaškovými vodami vypouštěnými z okolních obcí. Koncentrace amoniakálního dusíku odpovídají II. třídě jakosti, koncentrace dusičnanového dusíku - I. - II. třídě jakosti, ostatní sledované fyzikálně – chemické ukazatele odpovídají I. - II. třídě jakosti, biologické ukazatele – II. třídě jakosti.

4.2 Přírodní rezervace Koutské a Zábřežské louky

V nivě řeky Opavy, na jejím levém břehu, se mezi městy Kravaře a Dolní Benešov nachází přírodní rezervace Koutské a Zábřežské louky s výměrou 202,90 hektarů (viz Obr. 5). Jedná se o ojedinělý ucelený komplex mokřadních luk, rozptýlené zeleně a luhů se

zbytky mrtvých ramen a periodicky zaplavovaných tůň, ve kterém se vyskytují zvláště chráněné živočišné a rostlinné druhy a významná hnízdiště ptačích druhů (Czerník, 2008). Rozlehlou nivu tvoří hlinitý fluviální podklad doplněný organickou hmotou s pozůstatky slepých meandrů a ramen řeky. Podklad luk tvoří štěrkovo-písčité sedimenty (Turistik, 2000-2009).

Oblast byla Nařízením Okresního úřadu Opava čj. 33/97 ze dne 22. října 1997 vyhlášena na základě Zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů přírodní rezervací. Ve čl. 5 odst. 2 Nařízení Okresního úřadu Opava je uvedeno, že se na vyhlášeném zvláště chráněném území předpokládá výstavba veřejné kanalizace a ČOV pro město Kravaře. Výstavba projektu zasáhla přírodní rezervaci umístěním přírodního kanalizačního sběrače a odtokového potrubí do řeky Opavy pouze v její okrajové části (Vondráček, 2004).



Obr. 5 - Mapa umístění přírodní rezervace Koutské a Zábřežské louky (Seznam.cz, [online])

5 Vypouštění odpadních vod ve městě Kravaře před realizací projektu

Ve městě Kravaře se nachází zejména nemovitosti určené pro bydlení a objekty občanské vybavenosti – obchody, restaurace a služby (např. hotelový a sportovní komplex Buly Aréna). Nevyskytuje se zde žádný větší producent průmyslových odpadních vod, tzn., že odpadní vody nejsou zatíženy znečištěním pocházejícím z průmyslu. Tyto skutečnosti udávají jasný charakter odpadních vod - v celé této aglomeraci jsou

produkovány splaškové odpadní vody. Obecně mají splaškové odpadní vody zpravidla šedou až šedohnědou barvu, často se silným zákalem, teplota vody je závislá na ročním období - v našich klimatických podmínkách od 5° C do 20° C (Dohányos aj., 1994). Teplota odpadní vody v průběhu čištění se může v zimním období přiblížit k bodu mrazu, což může způsobit značné provozní problémy, jako je např. namrzání zařízení. Nižší teploty prostředí mohou být také důsledkem pronikání chladných podzemních vod (Hlavínek, 2000). Hlavní podíl znečišťujících látek ve splaškových odpadních vodách tvoří moč a fekálie. Složení i množství odpadních vod kolísá během dne i týdne v závislosti na režimu dne (Pitter, 2009). Dle průměrné specifické denní potřeby vody, která je dána dlouhodobě hodnotou 150 l na jednoho obyvatele za den (byt s výtokem vody, WC, koupelnou a centrální přípravou vody), lze splaškové odpadní vody charakterizovat dle základních ukazatelů znečištění následovně:

Tab. 3 - Hodnoty základních ukazatelů kvality splaškových odpadních vod (Pitter, 2009)

Ukazatel	Hodnota
	mg/l
BSK₅	400
CHSK_{Cr}	800
N_{celk.}	70
P_{celk.}	15
Celkové látky (50 % organické látky, 50 % anorganické látky)	1 200
Rozpuštěné látky	830
Nerозpuštěné látky	370

Popis jednotlivých ukazatelů:

BSK₅ - biochemická spotřeba kyslíku v průběhu 5 dní - množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy na rozklad organických látek ve vodě při aerobních podmínkách. V hodnotách BSK jsou zahrnuty pouze látky biologicky rozložitelné.

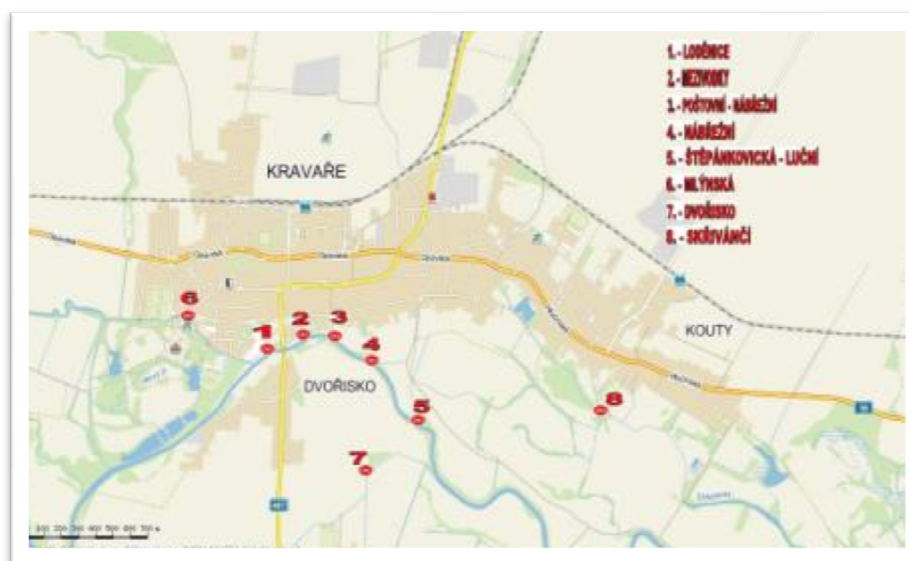
CHSK_{Cr} - chemická spotřeba kyslíku - množství kyslíku spotřebovaného na oxidaci látek dichromanem draselným. V hodnotě CHSK jsou zahrnuty organické látky biologicky rozložitelné i nerozložitelné.

NL - nerozpuštěné látky - sušina látek při 105° C, které se zachytí na filtru o dané pórovitosti.

N_{celk} - celkový dusík - součet hmotnosti dusíku, který je obsažen v dusíkatých sloučeninách přítomných ve vodě, tj. $N-NH_4^+ + N-NO_2^- + N-NO_3^- + N_{org}$. ($N-NH_4^+$ - amoniakální dusík - dusík, který je primárním produktem rozkladu dusíkatých látek živočišného a rostlinného původu; $N-NO_2^-$ - dusitanový dusík, $N-NO_3^-$ - dusičnanový dusík, N_{org} - organický dusík).

P_{celk} - celkový fosfor - hmotnost fosforu, který je přítomen ve všech sloučeninách fosforu ve vodách (Dohányos aj., 1994).

Město Kravaře nemělo před započítáním projektu vybudovanou centrální ČOV. Výjimku tvořila lokalita pod zámeckým parkem, kde byla v provozu biodisková ČOV typu DČB 6.3 s kapacitou cca 100 EO. Dále bylo na katastru města evidováno celkem 20 ks malých domovních ČOV s kapacitou 5-15 EO (PRVKÚK, 1.2.2013, [online]). Odpadní vody z jednotlivých objektů ve městě byly dále vypouštěny do septiků nebo akumulovány v žumpách. Přepady z jímek byly odpadní vody odváděny přímo nebo pomocí jednotné kanalizace do recipientu řeky Opavy, respektive do vodního toku Štěpánka, a to prostřednictvím celkem osmi kanalizačních výústí nečištěných odpadních vod (výúst' Loděnice, Mezivodky, Poštovní – Nábřežní, Štěpánkovická – Luční, Mlýnská, Dvořísko, Skřivánčí), viz Obr. 6. Srážkové vody byly z území města vypouštěny třemi kanalizačními výústěmi (výúst' Močelník, Štěpánka 2, Štěpánka 3).



Obr. 6 - Zakreslení kanalizačních výústí nečištěných odpadních vod (MěÚ Kravaře, 2014)

Rozsáhlá síť jednotné kanalizace města byla budována postupně v souvislosti s rozvojem bytové výstavby, která započala v letech 1968 - 1970. Celková délka jednotné kanalizace tvořené převážně betonovým potrubím uloženým v hloubce od 1 m do 4,5 m byla cca 25 km. Novější dílčí části kanalizace byly provedeny v kamenině nebo v plastu. Provoz a údržbu kanalizace zajišťovalo, a do současnosti zajišťuje, Město Kravaře na základě schváleného kanalizačního řádu pro veřejnou kanalizaci města Kravaře. Provozování kanalizace pro veřejnou potřebu bylo povoleno Rozhodnutím KÚ MSK čj. ŽPZ/2652/04/Zi ze dne 6. května 2004. Pro vypouštění odpadních vod z jednotlivých kanalizačních výústí bylo dle zákona o vodách a dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. vydáno Městským úřadem, Odborem životního prostředí („MěÚ“) povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových čj. ŽP-5697/2003-Es-231.2 ze dne 31. ledna 2003. V povolení byla stanovena kvalita a množství vypouštěných odpadních vod a podmínky pro jejich vypouštění (sledovat kvalitu a množství odpadních vod z jednotlivých výústních objektů v četnosti 4x ročně, typ vzorku dvouhodinový směsný). Technický stav této kanalizace byl v Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Moravskoslezského kraje z roku 2004 popsán jako vyhovující, odpovídající stáří kanalizace (PRVKÚK, 1.2.2013, [online]).



Obr. 7 - Vymezení hranic aglomerace Kravaře (Grafická část PRVKÚK MSK, [online])

Město Kravaře bylo zařazeno do seznamu aglomerací kategorie od 2 000 do 10 000 EO, viz Obr. 7. Z důvodu zařazení města do této kategorie aglomerace, předpokladu nárůstu počtu obyvatel a díky stavu situace v odkanalizování a čištění odpadních vod mělo

město povinnost zajistit soulad s požadavky uvedenými ve Směrnici Rady č. 91/271/EHS pro aglomerace s počtem nad 2 000 EO.

6 Příprava realizace projektu

Město Kravaře se řešením odkanalizování začalo zabývat již v 90. letech minulého století. Původní projekt řešil společné odkanalizování města Kravaře a obce Štěpánkovice, která se nachází severně od města Kravaře ve vzdálenosti cca 4,5 km. Obec Štěpánkovice od projektu z finančních důvodů ustoupila. Na základě této skutečnosti došlo k přepracování celého projektu, jehož cílem bylo odstranit nevyhovující stav nakládání s odpadními vodami pouze pro město Kravaře.

V rámci přípravy projektu bylo vypracováno na základě zadání města Kravaře Oznámení záměru dle Zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů („Oznámení záměru“). V Oznámení záměru byla původní kanalizace označena jako kanalizace dešťová, která mimo dešťových vod odvádí také odpadní vody z jednotlivých nemovitostí do recipientu. Technický stav jednotlivých úseků této kanalizační sítě byl popsán jako špatný, a to z důvodu netěsností kanalizace s větším množstvím balastních vod. Tyto skutečnosti vedly v Oznámení záměru ke konstatování, že do budoucna není možno provozovat kanalizaci jako jednotnou a že systém čištění odpadních vod v Kravařích neodpovídá požadavkům na vypouštění odpadních vod daných směrnici Rady č. 91/271/EHS (Vondráček, 2004). Na základě výsledků zjišťovacího řízení projekt, jehož cílem bylo vybudovat v intravilánu města oddílnou splaškovou kanalizaci pro odvádění odpadních vod na nově vybudovanou ČOV umístěnou v extravilánu města, nepodléhal celému procesu posuzování vlivů na životní prostředí (tzv. proces EIA).

V rámci přípravy výstavby projektu bylo provedeno místní šetření, jehož výsledky byly použity při zpracování dokumentace pro stavební povolení. Závěrem tohoto šetření bylo zjištění, že navrhované stoky je možno situovat pouze do vozovek. Aby bylo možno umístit šachty (vnější průměr šachet cca 1,4 m) na trase kanalizačních stok, byl pro umístění kanalizace zapotřebí pruh široký minimálně 2 m. Většina chodníků ve městě není široká ani požadované 2 metry a pod nimi jsou umístěny stávající sítě technické

vybavenosti – např. rozvody vody, plynu, kabelová vedení. Toto byla důležitá skutečnost, která měla zásadní vliv na realizaci výstavby oddílné kanalizace.

Tab. 4 - Přehled důležitých dat realizace výstavby projektu

Popis akce	Datum
Zahájení výstavby	19. červenec 2007
Ukončení realizace stavby	31. říjen 2009
Slavnostní ukončení výstavby	3. listopad 2009
Úplné ukončení projektu	17. červen 2010

6.1 Legislativa

- Rozhodnutím MěÚ Kravaře čj. ŽP-8802/2006-Es-231.2 ze dne 22. prosince 2006 byla povolena stavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích a zároveň bylo povoleno vypouštění odpadních vod do vod povrchových – vodního toku Opava v ř. km 26,7, čhp 2-02-03-014 na dobu do ukončení **zkušebního provozu ČOV**

v množství:

- průměrné povolené množství – 13,02 l/s, 1 125,0 m³/den,
- maximální povolené množství – 37,76 l/s, 1 743,8 m³/den, 34 200 m³/měsíc, 410 625 m³/rok, v kvalitě (na odtoku z ČOV):

Tab. 5 - Přehled povolené kvality vypouštěných odpadních vod z ČOV Kravaře ve stanovených ukazatelích (Rozhodnutí čj. ŽP-8802/2006-Es-231.2)

Ukazatel	Hodnota „p“	Hodnota „m“
	mg/l	mg/l
BSK₅	25	50
CHSK_{Cr}	100	150
NL	25	50
N-NH₄⁺	15	30
P_{celk.}	2	5

za podmínek:

- sledovat kvalitu a množství vypouštěné odpadní vody z ČOV na odtoku v četnosti 4x ročně,
- typ vzorku: „A“ - dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut (Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.).

Další podmínky pro odběr vzorků - získávání směsných vzorků je nutno rozložit rovnoměrně v průběhu celého roku, nesmí být prováděno za neobvyklých situací, např. při silných deštích.

- Rozhodnutím MěÚ Kravaře čj. MUKR 16445/2008 ze dne 29. srpna 2008 bylo povoleno prozatímní užívání stavby „Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích“, a to na dobu jednoho roku od nabytí právní moci tohoto rozhodnutí, tj. do 29. srpna 2009.
- Rozhodnutím MěÚ Kravaře čj. MUKR 19795/2009 ze dne 29. října 2009 byla uvedena do trvalého provozu stoková síť – kanalizace v povodí A, B, C, D a čerpací stanice (ČS).
- Rozhodnutím MěÚ Kravaře čj. MUKR 9070/2010 ze dne 30. dubna 2010 bylo povoleno prozatímní užívání stavby „Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích“, a to na dobu do 31. října 2010.
- Rozhodnutím KÚ MSK čj. MSK 94024/2010 ze dne 26. června 2010 bylo rozšířeno rozhodnutí KÚ MSK čj. ŽPZ/2652/04/Zi ze dne 6. května 2004, kterým bylo povoleno provozování kanalizace pro veřejnou potřebu, o splaškovou kanalizaci Kravaře a ČOV Kravaře.
- Provozní řád splaškové kanalizace pro trvalý provoz.
- Provozní řád pro provoz ČOV z října 2010 (platnost do 31. října 2014).
- Rozhodnutím MěÚ Kravaře čj. Kra 2209/2010/ZP/ESCH ze dne 1. listopadu 2010 byla uvedena stavba „Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích“ do **trvalého provozu** a zároveň bylo povoleno do 31. října 2020 vypouštění odpadních vod z ČOV do vod povrchových – vodního toku Opava v ř. km 26,7 v ř. km 26,7, čhp 2-02-03-014

v množství:

- průměrné povolené množství – 13,02 l/s, 900 m³/den

- maximální povolené množství – 37,76 l/s, 1 500 m³/den, 25 000 m³/měsíc, 300 000 m³/rok,

v kvalitě (na odtoku z ČOV – před vyústěním do recipientu):

Tab. 6 - Přehled povolené kvality vypouštěných odpadních vod z ČOV Kravaře ve stanovených ukazatelích (Rozhodnutí čj. Kra 2209/2010/ZP/ESCH)

Ukazatel	Hodnota „p“	Hodnota „průměr“	Hodnota „m“
	mg/l	mg/l	mg/l
BSK₅	20	--	40
CHSK_{Cr}	80	--	120
NL	25	--	50
N-NH₄⁺	--	10*	20
P_{celk.}	--	3*	5

*aritmetický průměr

za podmínek:

- zajistit měření množství a míry znečištění ve vypouštěných odpadních vodách ve stanovených ukazatelích včetně N_{celk.} (pro tento ukazatel vodoprávní úřad nestanovil emisní limit),
- měření jakosti vypouštěných odpadních vod do vod povrchových bude zajišťováno oprávněnou laboratoří,
- sledovat kvalitu a množství vypouštěné odpadní vody z ČOV v četnosti 12x ročně, typ vzorku: „B“ - 24 hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12 dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin (Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.), odběrové místo: odtok z ČOV (před vyústěním do recipientu),
- odběry vzorků musí být rovnoměrně rozloženy v průběhu celého kalendářního roku a nesmí být prováděny za neobvyklých situací, např. při silném dešti,
- provoz ČOV se bude řídit schváleným provozním řádem.
- Rozhodnutím MěÚ Kravaře čj. Kra 2018/2011/SU/ESCH ze dne 29. listopadu 2011 bylo povoleno vypouštění odpadních vod do vod povrchových z kanalizačních výústí do vod povrchových s platností do 30. listopadu 2016. Rozhodnutí povoluje množství a

kvalitu odpadních vod pro jednotlivé výustní objekty a stanovuje podmínky sledovat kvalitu a množství vypouštěných odpadních vod 4x ročně, typ vzorku dvouhodinový směsný.

6.2 Financování projektu

Potřebné finanční prostředky se městu Kravaře podařilo zajistit prostřednictvím dotace z Fondu soudržnosti. Tento fond byl zřízen EU v roce 1993 a historicky financuje akce ve sféře životního prostředí a transevropských dopravních sítí (Strukturální fondy, 20.1.2013, [online]).

Rozhodnutí Komise evropských společenství ze dne 16. prosince 2005 o udělení pomoci z Fondu soudržnosti specifikovalo podmínky a pravidla poskytnutí dotace, a to:

- systematické vyhodnocování a monitorování projektu,
- finanční kontrola projektu v první řadě Českou republikou,
- zajištění potřebné propagace pomoci z Fondu soudržnosti a projektu,
- restrikce (pozastavení nebo snížení dotace) při nedodržení daných podmínek a pravidel,
- postup provádění závazků a plateb, provádění finanční kontroly.

Rozhodnutím byly vyčísleny celkové náklady na realizaci projektu, viz *Tab. 7*.

Tab. 7 - Celkové náklady na realizaci projektu vyjádřené v EUR

Celkové náklady	18 491 628,-
Celkové způsobilé náklady	14 972 183,-
Míra pomoci	80 %
Pomoc z Fondu soudržnosti	11 977 746,-

Prostředky na dofinancování byly zajištěny pomocí úvěru poskytnutého Městu Kravaře Českou spořitelnou a.s. a Dexia Komunalkredit Bank AG (rakouská banka poskytující v ČR přeshraniční služby).

Zpracovatelem dokumentace pro územní řízení a žádosti o dotaci byla společnost AQUA PROCON s.r.o. Brno. Po schválení dokumentů SFŽP bylo zveřejněno oznámení o

zahájení zadávacího řízení v informačním systému o veřejných zakázkách. V roce 2006 byla společností AQUA PROCON s.r.o. Brno zpracována dokumentace pro stavební povolení, zadávací dokument pro výběr zhotovitele stavby a správce stavby. Na základě výsledků transparentního výběrového řízení byla uzavřena smlouva na služby správce stavby se společností CENTROPROJEKT a.s. Zlín, zhotovitelem stavby byla vybrána společnost TCHAS, spol. s r.o. Ostrava (Závěrečná zpráva, 2010), u které došlo dne 20. ledna 2010 ke změně obchodního názvu na Eiffage Construction Česká republika, s.r.o. (Obchodní rejstřík, 13.3.2013).

V listopadu 2010 byla vypracována Městem Kravaře Závěrečná zpráva projektu, která obsahovala informace o skutečně provedených pracích v porovnání s původními předpoklady, plnění věcných indikátorů, opatřeních přijatých dle specifických doložek obsažených v rozhodnutích o poskytnutí pomoci a opatřeních týkajících se publicity projektu. V závěrečné zprávě byly uvedeny skutečnosti, které potvrzovaly provedení prací v souladu s rozhodnutím o poskytnutí finanční podpory z Fondu soudržnosti. Součástí Závěrečné zprávy projektu je vyčíslení celkových výdajů na projekt, a to jak výdajů plánovaných, tak skutečných. Celkové skutečné způsobilé náklady byly v této zprávě vyčísleny na částku 14 550 690,25 EUR (Závěrečná zpráva, 2010).

7 Novostavba veřejné splaškové kanalizace

V rámci projektu byla vybudována nová oddílná splašková kanalizace. Původní jednotná kanalizace je v současnosti využívána k odvádění dešťových vod a dále slouží k odvádění nečištěných odpadních vod z objektů, které nejsou napojeny na ČOV, a to prostřednictvím 8 kanalizačních výustí, viz *kapitola 5*.

Nově vybudovaná stoková síť se dělí na čtyři ucelené části – kanalizace „A“, „B“, „C“ a „D“ a má celkovou délku 24 km, na kterou je napojeno 8,4 km kanalizačních přípojek. Kanalizace „A“ je stokou páteřní a je gravitačním způsobem napojena na ČOV. Pro odvádění odpadních vod z ostatních částí stokové sítě slouží celkem šest čerpacích stanic – převážně podzemní objekty, které výtlačem přečerpávají splaškové odpadní vody do páteřní kanalizace „A“. Situace stokové sítě je znázorněna v Příloze č. 1 v měřítku 1 : 5 000 (Závěrečná zpráva, 2010).

Pro realizaci kanalizačních stok byl použit jako trubní materiál kameninové nebo plastové potrubí o rozměrech DN 250 až DN 500. Při výstavbě musela být použita také tzv. bezvýkopová technologie mikrotunelováním pomocí protlačecích ocelových rour. Tuto technologii bylo nutno použít např. v místech, kde stoka podchází pod zatrubněným vodním tokem Štěpánka nebo z důvodu zabránění úplného uzavření důležité komunikace spojující město Opava a Hlučín. Samozřejmostí při výstavbě byla potřeba brát ohled na stávající inženýrské sítě a stávající stavby - obytné domy, budovu domova důchodců atd.

Mezi skutečnosti, které přinesly při výstavbě projektu komplikace, patřily:

- geologické a hydrogeologické podmínky oblasti,
- stávající jednotná kanalizace.

Geologické a hydrogeologické podmínky oblasti

Oblast patří do kvartéru Českého masivu a Karpat. Z geologického hlediska zde převládají nezpevněné sedimenty (říční, nivní, splachové, naváté a ledovcové sedimenty), a to písky, štěrky, hlína, sprašová hlína a také jíl. Geologické a hydrogeologické podmínky této oblasti jsou přirozeně náchylné k nestabilitě a nejsou zcela vhodné pro zakládání staveb (Rizikové geofaktory - přehled, Posudek č. 3478, 13.3.2013, [online]). Tento fakt se potvrdil při výstavbě kanalizace, kdy díky geologickému podloží a vysoké hladině podzemní vody byla ztížena manipulace s potrubím, dále byla ovlivněna možnost umístění potrubí, docházelo k obnažování, deformaci a vypadávání zeminy do výkopů, a to zejména v blízkosti řeky Opavy, kde byly odkryty nestabilní štěrkopískové vrstvy s charakterem tekutých písků. V těchto úsecích musela být použita bezvýkopová technologie mikrotunelováním.

Stávající jednotná kanalizace

Stávající jednotná kanalizace byla často v těsném souběhu s hloubenými výkopy pro novou oddílnou kanalizaci. Tato skutečnost vedla v některých případech k odkrytí stávající jednotné kanalizace a jejímu následnému zborcení do nově budovaných výkopů. Situace byla řešena demontáží stávající jednotné kanalizace a jejím obnovením po položení nové splaškové kanalizace, případně byla jednotná kanalizace přeložena na jiné místo. V některých případech musely být šachty stávající jednotné kanalizace z důvodu porušení nově zrealizovány.

7.1 Vyhodnocení údajů o připojování obyvatelstva na ČOV Kravaře

Pro zahájení zkušebního provozu ČOV bylo nutno splnit důležitou technickou podmínku, a to napojit minimálně 1 000 EO. Tato podmínka byla splněna 1. května 2009. K datu 3. listopadu 2009, kdy byla oficiálně ukončena výstavba nové ČOV, bylo napojeno necelých 3 750 obyvatel, což odpovídalo v té době cca 60 % obyvatel města Kravaře. Postupně probíhalo připojování dalších obyvatel města Kravaře. Dle údajů poskytnutých MěÚ Kravaře bylo k 15. červenci 2012 připojeno 5 779 obyvatel, k 31. prosinci 2012 to bylo již 6120 obyvatel. Za rok 2013 došlo k připojení dalších 239 obyvatel, tzn. na konci roku 2013 ČOV čistila odpadní vody od celkem 6 359 obyvatel. S ohledem na celkový počet obyvatel s trvalým pobytem ve městě Kravaře k 31. prosinci 2013, a to 6811 obyvatel (údaj poskytnutý MěÚ Kravaře), bylo na novou ČOV napojeno cca 93 % obyvatel žijících ve městě Kravaře. Skutečnost, že po realizaci projektu jsou odpadní vody téměř všech obyvatel města Kravaře řádně čištěny, lze hodnotit jako velmi pozitivní, naplňující požadavek EU na „dobrý stav vod“.

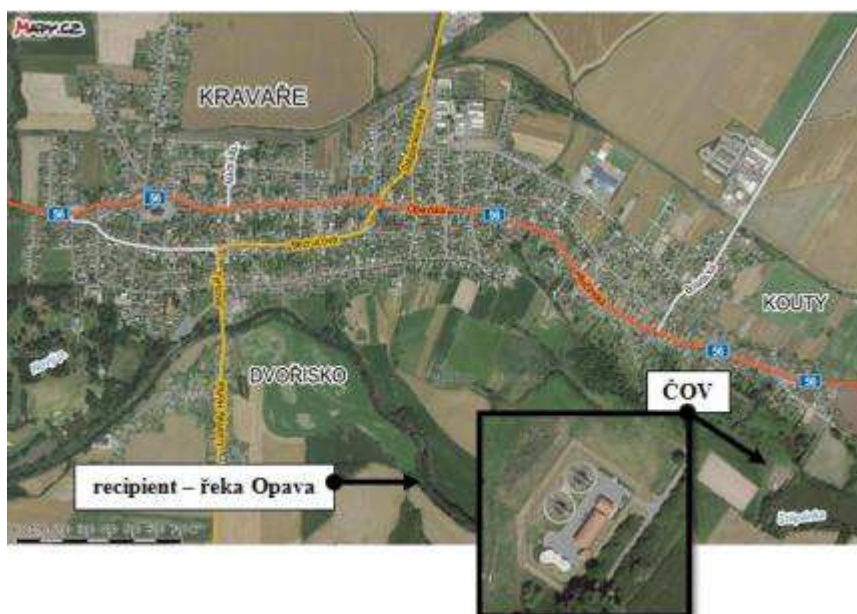
Obyvatelé města, kteří nemají své nemovitosti napojené na oddílnou kanalizaci zakončenou ČOV, akumulují odpadní vody v žumpách nebo tyto vody vypouštějí ze septiků přímo nebo původní jednotnou kanalizací do recipientu řeky Opavy, a to prostřednictvím celkem 8 kanalizačních výústí nečištěných odpadních vod. Nečištěné splaškové odpadní vody mají negativní vliv na recipient, který se projevuje snížením koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodním toku (vliv na život vodních organismů), změnou teploty vodního toku, dotací látek zhoršujících proces eutrofizace vod, estetickými a organoleptickými závadami (např. pachové závady), zvýšeným rozvojem patogenních mikroorganismů atd. (Hlavínek, 2000). Cílem Města Kravaře je proto čistit odpadní vody ze všech nemovitostí ve městě, pro které je napojení na novou oddílnou splaškovou kanalizaci technicky možné.

8 Novostavba čistírny odpadních vod

Město Kravaře nemělo před započítím výstavby projektu vybudovanou centrální ČOV. Na katastru města se nacházela pouze biodisková ČOV v lokalitě pod zámeckým parkem a 20 ks malých domovních ČOV. Na novou centrální ČOV začaly odpadní vody natékat v prosinci 2008. Zkušební provoz ČOV byl zahájen dne 4. května 2009 a byl

stanoven na dobu 12 měsíců. Do 30. září 2009 byla v provozu jen AN 2 s DN. Od 1. října 2009 se část oživeného kalu z AN 2 načerpala do AN 1 a nátok odpadních vod se začal rozdělovat do obou AN. S ohledem na postupné připojování obyvatel města byla na MěÚ Kravaře podána žádost o prodloužení zkušebního provozu, a to do 31. října 2010. Dne 1. listopadu 2010 byla ČOV uvedena do trvalého provozu. Na ČOV nejsou odpadní vody dováženy. Veškerý nátok odpadních vod na ČOV probíhá prostřednictvím nově vybudované kanalizační sítě. Umístění ČOV v extravilánu obce je znázorněno na Obr. 8.

ČOV Kravaře pracuje na principu nízkozatížené dlouhodobé aktivace s nitrifikací, simultánní denitrifikací a aerobní stabilizací kalu. Proces biologického čištění je plně automatizován použitím kyslíkové měřicí sondy umístěné na zábradlí obslužných mostů nad oběma AN. Kyslíková měřicí sonda zajišťuje dále měření teploty vody v obou AN.



Obr. 8 - Umístění ČOV v extravilánu města Kravaře (Seznam.cz, [online])

ČOV Kravaře byla navržena jako mechanicko-biologická čistírna pro 7 500 EO s průměrným bezdeštným denním přítokem $Q_{24} = 1\,350\text{ m}^3/\text{den}$ při koncentraci znečištění 333,3 mg/l BSK₅ na přítoku. Součástí ČOV je mechanické předčištění, biologická linka, kalové hospodářství, provozní objekty a potřebné napojení na inženýrské sítě. Ochranné pásmo hygienické ochrany a podmínky pro jeho ochranu je stanoveno Územním rozhodnutím čj. Výst. 1601/2006-H, které bylo vydáno MěÚ Kravaře, Odborem výstavby a územního plánování dne 31. srpna 2007. Tímto rozhodnutím je vymezeno ochranné pásmo:

- stavby ČOV na pozemcích ve zjednodušené evidenci v okruhu 150 m od stavby,
- čerpacích stanic v okruhu 5 m.

Nejmenší vzdálenost ČOV od zástavby je 297 m. Stavební část ČOV se skládá z 11 objektů. Technologická linka je sestavena z čerpací stanice, retenční nádrže k zachycení zvýšeného přítoku odpadních vod za deště, mechanického předčištění – kombinované zařízení na zachycení a lisování shrabků, lapák písku a pračka písku, dvou biologických jednotek, ve kterých je ve dvou kruhových AN umístěna vertikální DN se specifickým technickým řešením. Součástí ČOV je podzemní, tzv. milánská stěna, která slouží k ochraně ČOV proti nepříznivým vlivům souvisejících s dopadem těžby šterkopísků v blízkém dobývacím prostoru Dolní Benešov na geologické podloží (stavební náklady na vybudování této stěny byly cca 18 mil. Kč). Měření množství vypouštěných předčištěných vod je realizováno v Parshallově žlabu s ultrazvukovým čidlem ELA a řídicí jednotkou ELA MWU 99 SMART. V případě havárie lze celou ČOV obtokovat uzavřením nátoky v hradítkové šachtě před čerpací stanicí a otevřením nátoky do obtoku DN 400 s vypouštěním odpadních vod do recipientu řeky Opavy.

Celkový provoz ČOV a ČS na kanalizační síti je řízen automatickým řídicím systémem. Získaná data jsou přenášena pomocí radiomodemu na dispečink, který je umístěn v provozní budově ČOV. Na displeji řídicí jednotky jsou zobrazovány údaje např. o okamžitém a celkovém průtoku, výšce hladiny vody v AN, celkové době provozu jednotky a další. K automatickému řídicímu systému je připojen GSM modem pro hlášení poruch na telefonní čísla provozovatele a GSM modem pro přijímání zpráv z ČS 1 – 5 umístěné na oddílné kanalizaci.

Podrobnější popis jednotlivých technologických celků ČOV:

Čerpací stanice

Odpadní vody z města Kravaře jsou na ČOV přiváděny gravitačně prostřednictvím kanalizace DN 400 a jsou zaústěny do ČS. Na přítoku do ČS je osazen česlicový koš s průlinami 50 mm, který slouží k zachycování hrubých nečistot. Tyto nečistoty jsou obsluhou ČOV pravidelně vybírány a ukládány do kontejneru shrabků strojních česlí. Celkový akumulací prostor čerpací jímky je cca 50 m³. Dno čerpací jímky je vyspádováno směrem k třem ponorným kalovým čerpadlům Hidrostat. Při zvýšeném

přítoku odpadních vod do čerpací jímky přepadá voda bezpečnostním přepadem do retenční nádrže.

Retenční nádrž

Retenční nádrž slouží k zachycení zvýšeného množství odpadních vod, které přitéká na ČOV v době nadměrného množství dešťových srážek. Vnitřní rozměr retenční nádrže je 12,1 x 6,2 m a průměrná hloubka je cca 5,8 m. Objem retenční nádrže je cca 240 m³. Dno je vyspádováno směrem ke dvěma čerpadlům Hidrostal. Po skončení dešťových srážek je čerpadlem s menším výkonem voda z retenční nádrže přečerpávána na mechanické předčištění. V případě naplnění nádrže a pokračování vyšších přítoků dochází k přečerpávání druhým výkonnějším čerpadlem do obtoku ČOV, který je zaústěn do recipientu řeky Opavy.

Mechanické předčištění

Priváděná odpadní voda je čištěna mechanickým způsobem na strojně stíraných česlích. Funkce samočištění, dopravy i lisování shrabků jsou zajištěny otáčením jednoho hřídele. Surová odpadní voda proudí do podélné nerezové nádoby lapáku písku. Usazující písek je dopravován proti směru proudění vodorovným dopravníkem do sběrného místa a dále pak šikmým dopravníkem do násypky dopravníku, který ústí do pračky písku. Vynášení a praní písku je řízeno časovým spínačem. Lisované shrabky a vytěžený písek jsou ukládány do samostatných kontejnerů a dle potřeby odváženy na skládku komunálního odpadu jako odpad ostatní - shrabky z česlí pod katalogovým číslem odpadu: 19 08 01 a písek z lapáku písku pod katalogovým číslem: 19 08 02. Mechanické předčištění je umístěno v místnosti provozní budovy ČOV, která je nuceně větrána přes dezodorizační filtr.

Biologické čištění

Po mechanickém předčištění jsou odpadní vody přes rozdělovací objekt s přelivnými hranami přečerpávány do dvou biologických jednotek – AN, ve kterých probíhá biologický stupeň čištění odpadních vod na principu dlouhodobé aktivace s aerobní stabilizací kalu. Jedná se o dvě železobetonové kruhové jednotky OMS Simplex zapuštěné pod úroveň terénu s hloubkou vody 4,7 m tvořené AN o užitém objemu 1 169 m³ a objemového zatížení 0,2 g BSK₅ na m³/den s vestavěnou vertikální DN o užitém objemu 192 m³, která je vyrobena z nerezové oceli. AN jsou přemostěny obslužnými

mosty, na kterých je zavěšeno vlastní technologické zařízení. Aktivační část pracuje na principu řízené aerace. Množství vzduchu, který je přiváděn 48 ks jemnobublinných aeračních elementů OMS každý o délce 2 m, je řízeno kyslíkovou měřicí sondou. Vzduch je přiváděn pomocí tří dmychadel ROBOX umístěných v provozní budově ČOV. AN jsou promíchávány míchadlem MEZ AT MIX. Tento systém zaručuje intenzivní promíchávání natékané surové vody i aktivovaného kalu. Dosazovací část je umístěna ve středu každé AN a je řešena jako kruhová horizontálně protékaná nádrž se stahováním plovoucích nečistot pomocí dvou sběrných trychtýřů umístěných těsně pod hladinou. Při spuštění chodu dmychadel se uvede do chodu i mamutka (vzduchové čerpadlo) v DN, která přečerpává vyflotovaný kal z hladiny DN stažený do trychtýřků zpět do AN. Součástí DN je uklidňovací válec, který je umístěn v její středové části. Aktivační směs proudí z aktivací části do uklidňovacího válce DN a odtud se rovnoměrně usazuje v celém objemu DN. Kal sedimentující na dně DN je čerpán otočnou násoskou do jímky zavěšené v horní části DN a odtud je jako kal vratný přečerpáván čerpadlem Hidrostal zpět do AN nebo jako kal přebytečný do kalojemu. Čistá voda odtéká pomocí 4 výklopných trubek umístěných pod hladinou do středového objektu jednotky a odtud gravitačně z ČOV do recipientu řeky Opavy (Provozní řád ČOV, 2010).

Biologické procesy umožňují oxidaci organických látek, sorpci nerozpuštěných látek na složky aktivovaného kalu, biologickou oxidaci N-NH_4^+ – nitrifikaci a biologickou redukci produktů nitrifikace na plynný dusík – denitrifikaci. Jednotlivé nitrifikační (oxické) a denitrifikační (anoxické) fáze jsou nastaveny časově. Na ČOV dochází také k odstraňování fosforu, a to k biologickému a chemickému. Biologické odstraňování fosforu se děje v AN v průběhu denitrifikační fáze při velmi nízké koncentraci rozpuštěného kyslíku v aktivaci (vypnutá dmychadla). Aktivovaný kal akumuluje fosfor ve formě polyfosfátů. Zbylý fosfor je odstraňován chemickým srážením – přidáním srážedla Prefloc, kdy vzniká chemický kal fosforečnanu železitého. Prefloc je kapalný koagulant na bázi trojmocného železa – 40% roztok $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, viz Příloha č. 2 – Bezpečnostní list Síranu železitého 40% roztok. Vzniklé koloidní částice se shlukují do větších vloček, které je možno separovat sedimentací v DN. V místnosti odvodnění kalu jsou umístěny zásobní plastové nádrže s kapalným koagulantem, který je pomocí čerpadla aplikován do AN. Dávkování probíhá dle periodicky se opakujícího časového schématu prostřednictvím plastového potrubí.

Kalové hospodářství

Kalové hospodářství je tvořeno dvěma uskladňovacími nádržemi – kalojemy, každá nádrž má užitiný objem 192 m³ a dekantální odstředivkou s chemickým hospodářstvím. Kapacita kalojemů je 36 dní zdržení při obsahu sušiny 3,5 %. Jedná se o otevřené železobetonové nádrže o vnitřním průměru 7 m a průměrné hloubce 5 m. Mezi kalojemy se nachází armaturní komora, která je v nadzemní části vybavena dvěma dmychadly ROBOX pro provzdušňování kalojemů a v suterénu kalovými čerpadly a potrubím pro odvod kalové vody. Provzdušňování se děje pomocí 36 středobublinných provzdušňovačů Fortex v každém kalojemu. Uzavřený prostor kalového hospodářství je odvětráván pomocí dezodorizačních filtrů.

Vratný kal je čerpán ponorným kalovým čerpadlem z DN zpět do aktivační linky. Přebytečný kal je čerpán ponorným čerpadlem do kalojemů, ve kterých dochází ke gravitačnímu zahuštění kalu a jeho konečné aerobní stabilizaci.

Chod kalového hospodářství (proces provzdušňování a zahušťování kalu) po nastavení parametrů je automatický v denních cyklech. Start a ukončení je aktivováno v nastavenou hodinu a minutu. Během dne dochází k nastavenému cyklovanému provzdušňování kalojemů. Množství vratného kalu nastaví obsluha ČOV zadáním časových hodnot doby čerpání vratného kalu a doby klidu, např. 30 minut chod a 15 minut klid, takže vratný kal je čerpán cyklicky 16 hodin denně a 8 hodin jsou čerpadla v klidu. Obsluha ČOV dále nastavuje denní množství přebytečného kalu, který chce odčerpat z každé DN do kalojemu. Čerpání probíhá v nastavených intervalech během dne. Od 18 hodiny večer do 9 hodiny ráno, tzn. celkem 15 hodin denně, je v kalojemech v nastaveném programu klid. Poté dochází k přečerpání nejhustšího odsazeného kalu ze dna kalojemu 1, kam se čerpá přebytečný kal z DN, ve zvoleném množství pomocí vřetenového čerpadla do kalojemu 2. Odsazená kalová voda z kalojemů je přepouštěna zpět do aktivace, a to pomocí sběrného posuvného trychtýře umístěného v každém kalojemu. Při větší flotaci kalu na hladině v kalojemu čerpá obsluha ČOV odsazenou kalovou vodu ponorným čerpadlem z prostoru mezi vyflotovaným a usazeným kalem. Před zahájením odstředivky na dekantální odstředivce musí mít obsluha připraven v místnosti odstředivky roztok polymerního flokulantu, který je dávkován do potrubí přivádějícího kal z kalojemu 2. Velikost dávky roztoku flokulantu se upravuje podle hustoty odvodněného

kalu. Stabilizovaný (zahuštěný) kal z kalojemu 2 je odvodněn na dekantální odstředivce, která je umístěna v provozní budově ČOV. Pomocí odstředivé síly se v bubnech odstředivky oddělují pevné částice a kalová voda. Odvodněné pevné částice jsou vyhrnovány šnekem na dopravník a odtud do kontejnerů. Kalová voda se vrací zpět do procesu čištění. Stabilizovaný kal je odvážen firmou Marius Pedersen, a.s., která odváží také shrabky a písek z mechanického předčištění.

Fotodokumentace ČOV Kravaře je obsahem Přílohy č. 3.

Přehledné znázornění celého provozu ČOV Kravaře viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

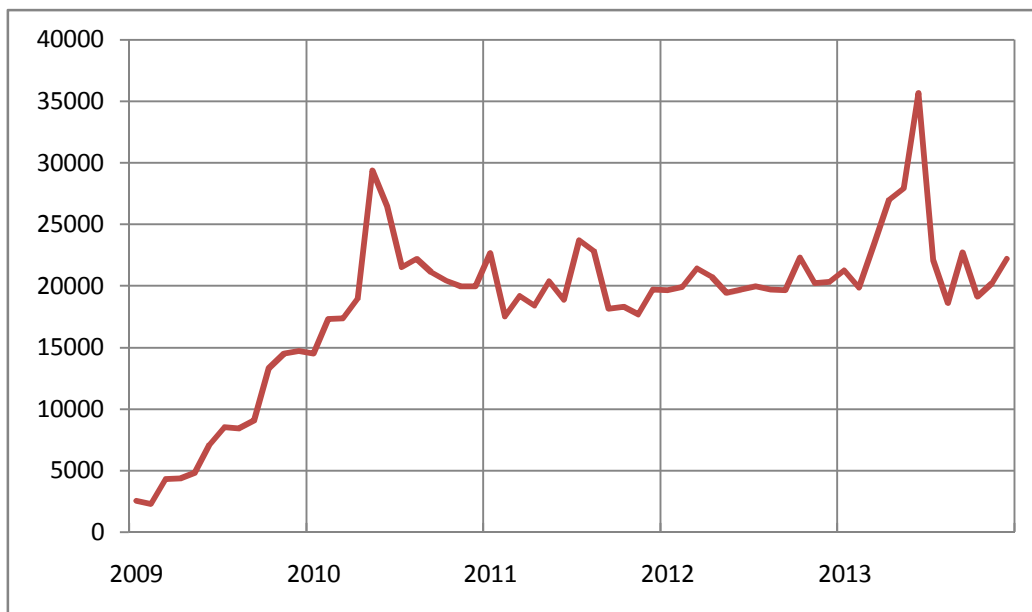
8.1 Kvalita a množství odpadních vod přiváděných na ČOV Kravaře

Na množství a kvalitu odpadních vod přiváděných na ČOV má vliv charakter oblasti, typ uživatelů vody a stav a délka stokového systému (Hlavínek aj, 1996). Pro čistírny splaškových vod je typický nerovnoměrný přítok odpadních vod. Kolísání průtoku a složení odpadních vod je nejmenší ve velkých městech, v malých obcích je kolísání naopak značné (Pitter, 2009) a vyznačuje se určitou pravidelností s minimem odpadních vod v nočních hodinách a maximem obvykle mezi 11 až 15 hod. (Hlavínek, 2000). Množství odpadních vod na přítoku na ČOV Kravaře je také ovlivněno životním rytmem města během dne, o víkendech, v době prázdnin a dovolených. Konkrétním případem pro město Kravaře jsou např. každoroční slavnosti v obci na konci srpna, které jsou známé vysokou návštěvností vedoucí k navýšení množství odpadních vod přitékajících na ČOV. Charakter přiváděného znečištění na ČOV Kravaře je dále do značné míry ovlivněn poměrně dlouhou délkou kanalizační sítě danou výrazně protáhlým tvarem města. Nově vybudovaná stoková síť má celkovou délku 24 km s 8,4 km kanalizačních přípojek, což vede v průběhu transportu odpadních vod na ČOV k iniciaci rozkladných procesů, změnám teploty odpadní vody, zředování znečištění balastními vodami.

Množství odpadních vod přiváděné na ČOV v letech 2009 – 2013 je přehledně znázorněno v *Graf 1*. Křivka v letech 2009 – 2010 vypovídá o postupném připojování obyvatel města. Dále je graficky znázorněn ukázkový kolísající přítok odpadních vod na ČOV čistící odpadní vody od obyvatel města. Zvýšené množství přitékajících odpadních vod v měsících květen 2010 a červen 2013, viz také *Graf 2*, bylo způsobeno extrémní

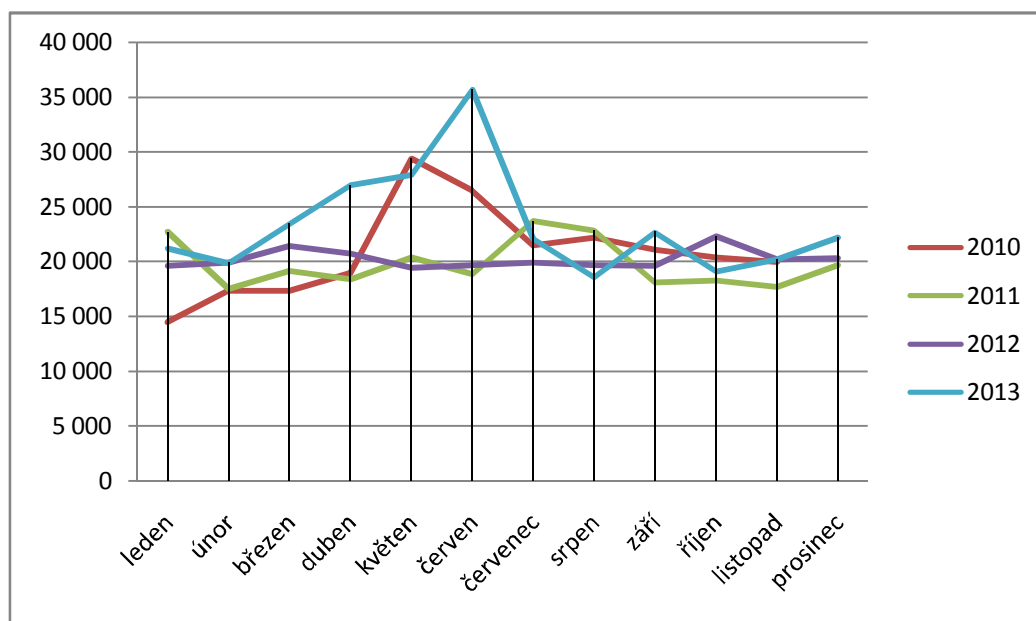
srážkovou činností, která si vyžádala vyhlášení povodňové bdělosti na území Moravskoslezského kraje.

Graf 1 - Množství odpadních vod (v m³) přiváděných na ČOV Kravaře v letech 2009 – 2013



Srovnání množství přiváděných odpadních ČOV v jednotlivých měsících let 2010 – 2013 je uvedeno v *Graf 2*. Rok 2009 není do tohoto grafu zahrnut - ČOV byla v tomto roce ve zkušebním provozu.

Graf 2 - Srovnání množství odpadních vod (v m³) přivezených na ČOV Kravaře dle jednotlivých měsíců v letech 2010 – 2013



Rozdíly v množství přivedených odpadních vod na ČOV Kravaře v jednotlivých měsících daných let (viz *Graf 2*) jsou způsobeny, i v případě nové oddílné kanalizace, zejména dotací srážkových a balastních vod. Z hodnot uvedených v *Graf 2* je pravděpodobné, že na oddílnou kanalizaci mohou být napojeny i vody srážkové z dešťových svodů jednotlivých nemovitostí, příp. komunikací. Pro případ ověření této pravděpodobnosti je možno použít např. tzv. „kouřovou“ metodu. Jedná se o metodu, při které jsou použity nezávadné umělé mlhy, které se vhání do oddílné splaškové kanalizace. Pomocí ventilátoru je mlha z výrobku vháněna do splaškové kanalizace a kanalizačních přípojek. Při výskytu mlhy v okapech či dvorních vpustích u jednotlivých nemovitostí je tímto způsobem prokázáno, že je do oddílné kanalizace napojeno nesprávně i srážkové odvodnění z nemovitostí. Na navýšení vod přitékajících na ČOV před začátkem letní sezóny může mít vliv také vypouštění vod z bazénů u jednotlivých nemovitostí.

Celý projekt by bylo zajímavé vyhodnotit z pohledu konkrétních hodnot ukazatelů znečištění na přítoku odpadních vod na ČOV Kravaře. Tyto hodnoty by mohly sloužit k porovnání změn v přiváděném znečištění nejen v průběhu jednotlivých etap připojování obyvatelstva (jakost a množství odpadních vod přitékajících v prvních etapách napojování obyvatel bývá u nově budovaných či rekonstruovaných obecních kanalizací poznamenáno faktem, že majitelé jednotlivých nemovitostí určených k bydlení přečerpávají obsahy stávajících žump a septiků do těchto kanalizací), ale také např. v průběhu pracovního dne, víkendu či jednotlivých měsíců v roce. Absence dostatečného počtu výsledků vzorků odpadních vod přitékajících na ČOV Kravaře (provozovatel odebírá tyto vzorky ze své vlastní iniciativy cca 2 - 3x ročně) neumožňuje toto vyhodnocení provést.

8.2 Porovnání projektovaných parametrů a skutečnosti v roce 2013

Srovnáním údajů základních parametrů z projektu ČOV a údajů poskytnutých provozovatelem ČOV je zřejmé, že prognóza projektu byla vcelku správná. Na údaje uvedené v projektu ČOV se pohlíží jako na údaje vyjadřující 100 %. Počet skutečně připojených obyvatel k 31. prosinci 2013 je dle provozovatele ČOV 6 359 obyvatel města Kravaře. Dle specifické produkce znečištění u ukazatele BSK_5 – 60 g/den, $CHSK_{Cr}$ – 120 g/den, NL – 55 g/den, $N_{celk.}$ – 11 g/den, $P_{celk.}$ – 2,5 g/den na 1 EO uvedené v ČSN 75 6401, je možno vypočítat množství znečištění přitékající na ČOV. Tato skutečnost není měřena, provozovatel provádí odběr vzorků na přítoku na ČOV z vlastní iniciativy

pouze cca 2 - 3x ročně. Přitékající znečištění je tedy pouze odhad dle počtu skutečně napojených obyvatel.

Tab. 8 - Srovnání údajů z projektu a skutečnosti v roce 2013

Parametr	Projekt	Skutečnost	%
Počet připojených EO	7 500	6 359	84,8 %
Průměrný denní přítok Q_{24} (m ³ /d)	1 350 (bezdeštný)	767	57 %
Denní látkové zatížení	Projekt	Skutečnost	Skutečnost
	kg/den	kg/den	mg/l
BSK ₅	450	381,54	497,45
CHSK _{Cr}	900	763,08	994,89
NL	412,56	349,75	455,99
N _{celk.}	82,5	69,95	91,19
P _{celk.}	18,75	15,89	20,72

Projekt při napojení 7 500 EO předpokládal průměrný bezdeštný přítok 1 350 m³/d odpadních vod, tzn. 180 l odpadní vody od jednoho obyvatele za den (1350 m³/den : 7 500 EO = 0,18 m³ = 180 l/obyv./den). Při napojení cca 85 % EO na ČOV plánovaných v projektu a i při nárůstu množství přitékajících odpadních vod díky dotaci vod balastních a srážkových je skutečný přítok odpadních vod 767 m³/den, tzn. 120,6 l/obyv./den.

8.3 Vyhodnocení trvalého provozu ČOV

Základem pro kontrolu správné činnosti ČOV, tzn. míry čistícího efektu, je porovnání skutečně vypouštěného znečištění s limity ukazatelů, které jsou stanoveny v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových či podzemních. Povolení vodoprávního úřadu k vypouštění odpadních vod je jedna ze základních povinností vyžadovaných vodním zákonem. Povolením vodoprávního úřadu jsou stanoveny podmínky, za kterých je možno odpadní vody vypouštět, tj. míra znečištění a množství

odpadních vod, které by neměly způsobit negativní následky na životním prostředí. Důležitou součástí povolení k vypouštění odpadních vod je rovněž povinnost provádění monitoringu vypouštěných odpadních vod, který je jedním ze základních mechanismů kontroly dodržování podmínek povolení a zároveň slouží k získání zpětné vazby o tom, zda čistící zařízení, ze kterého se odpadní voda vypouští do recipientu, funguje správně.

Nařízením vlády č. 61/2003 Sb. jsou vymezeny mimo jiné následující dva pojmy:

§ 2 písm. d) Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

Emisní standardy

„Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod.“

§ 2 písm. e) Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

Emisní limity

„Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových.“

Při stanovování emisních limitů jsou používány přípustné hodnoty (označovány jako „p“, v míře povolené dle přílohy č. 5 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. mohou být překročeny), maximální hodnoty (označovány jako „m“, nepřekročitelné) a hodnoty průměru (aritmetické průměry koncentrací za kalendářní rok, nepřekročitelné) koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod. Tyto hodnoty a hodnoty přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod jsou uvedeny pro jednotlivé kategorie ČOV v příloze č. 1 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Pro velikost ČOV Kravaře jsou platné emisní standardy uvedeny v Tab. 9.

Tab. 9 - Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod pro ČOV kategorie 2 001 – 10 000 EO (Příloha č. 1 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.)

Ukazatel	BSK ₅		CHSK _{Cr}		NL		N-NH ₄ ⁺		N _{celk.}		P _{celk.}	
Hodnota	p	m	p	m	p	m	průměr	m	průměr	m	průměr	m
mg/l	25	50	120	170	30	60	15	30	--	--	3	8
Účinnost	85 %		75 %		--		60 %		--		70 %	

Dále je v Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. uvedena definice tzv. kombinovaného přístupu:

§ 2 písm. j) Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

Kombinovaný přístup

„Způsob stanovení cílových emisních limitů při současném nepřekročení emisních standardů na základě ukazatelů vyjadřujících stav vody ve vodním toku, norem environmentální kvality a požadavků na užívání vod podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení a cílového stavu vod ve vodním toku s přihlédnutím k specifikaci nejlepších dostupných technikám ve výrobě a nejlepších dostupných technologií zneškodňování městských odpadních vod podle přílohy č. 7 k tomuto nařízení.“

Jedná se o koncentrace znečištění vypouštěné odpadní vody, které je daná technologie čištění odpadních vod zaručeně schopna dosáhnout s rozumnými finančními náklady na provoz ČOV. Tyto koncentrace jsou přísnější než standardní emisní limity kvality vyčištěné odpadní vody pro jednotlivé kategorie ČOV stanovené přílohou č. 1 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. a v odůvodněných případech mohou být vodoprávním úřadem při vydávání povolení k vypouštění odpadních vod použity. Nejlepší dostupná technika, neboli „BAT“, pro velikost ČOV od 2 001 – 10 000 EO je uvedena „nízko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací a simultánním srážením fosforu + mikrosíta či jiná filtrace“. Pro velikost ČOV Kravaře jsou dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití BAT uvedeny v Tab. 10.

Tab. 10 - Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod pro ČOV kategorie 2 001 – 10 000 EO (Příloha č. 7 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.)

Ukazatel	BSK ₅		CHSK _{Cr}		NL		N-NH ₄		N _{celk.}		P _{celk.}	
Hodnota	p	m	p	m	p	m	průměr	m	p	m	průměr	m
mg/l	18	25	70	120	20	30	8	15	--	--	2	5
Účinnost	90 %		80 %		--		80%		--		75 %	

8.4 Kvalita odpadních vod vypouštěných z ČOV Kravaře

Konkrétní limity příslušných ukazatelů a podmínky provozu ČOV Kravaře jsou stanoveny Rozhodnutím MěÚ Kravaře čj. Kra 2209/2010/ZP/ESCH ze dne 1. listopadu

2010 (viz kapitola 6.1). Přehled výsledků vzorků odpadních vod (24 hodinový vzorek, typ B) odebraných na odtoku z ČOV Kravaře v letech 2011, kdy byla ČOV uvedena do trvalého provozu, až 2013 je uveden v Tab. 11, Tab. 12 a Tab. 13. Odběr vzorků a laboratorní rozborů provedly Vodohospodářské laboratoře Povodí Odry, státní podnik, akreditované Českým institutem pro akreditaci o.p.s. pod číslem 1296.

Tab. 11 - Přehled výsledků odebraných vzorků z ČOV Kravaře dle jednotlivých ukazatelů - rok 2011

Datum odběru vzorku/Ukazatel	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	N _{celk.}	P _{celk.}
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
12.-13.1.2011	4,00	32,00	9,00	9,93	20,00	1,25
1.-2.2.2011	5,00	33,00	4,00	0,13	13,00	1,64
1.-2.3.2011	7,00	36,00	7,00	3,13	20,00	1,21
13.-14.4.2011	4,20	33,00	4,00	0,12	15,90	3,06
25.-26.5.2011	3,30	36,00	3,00	0,19	4,09	3,50
15.-16.6.2011	8,10	43,00	4,00	0,15	18,60	2,44
12.-13.7.2011	3,60	32,00	3,00	0,55	4,21	2,32
3.-4.8.2011	4,10	32,00	6,00	0,30	33,90	1,94
6.-7.9.2011	6,30	34,00	7,00	1,20	3,42	2,51
5.-6.10.2011	12,00	38,00	--	0,65	2,75	2,40
9.-10.11.2011	8,00	39,00	3,00	0,61	9,31	2,60
7.-8.12.2011	7,60	36,00	3,00	0,28	4,41	2,56
Průměr	6,10	35,33	4,82	1,44	12,47	2,29
Max.	12,00	43,00	9,00	9,93	33,90	3,50
Min.	3,30	32,00	3,00	0,12	2,75	1,21
Limit „p“	20,00	80,00	25,00	10,0*	--	3,0*
Limit „m“	40,00	120,00	50,00	20,00	--	5,00
Emisní standard „p“	25,00	120,00	30,00	15,0*	--	3,0*
Emisní standard BAT	18,00	70,00	20,00	8,0*	--	2,0*

*aritmetický průměr

Tab. 12 - Přehled výsledků odebraných vzorků z ČOV Kravaře dle jednotlivých ukazatelů - rok 2012

Datum odběru vzorku/Ukazatel	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	N _{celk.}	P _{celk.}
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
3.-4.1.2012	8,50	40,00	10,00	13,00	14,80	2,67
1.-2.2.2012	8,30	42,00	6,00	2,40	7,88	3,20
27.-28.3.2012	2,80	40,00	3,00	0,40	3,88	0,24
11.-12.4.2012	4,70	40,00	3,00	0,43	4,43	0,82
9.-10.5.2012	2,40	49,00	3,00	0,16	8,19	2,67
27.-28.6.2012	6,00	42,00	4,00	1,68	12,80	2,93
18.-19.7.2012	3,20	26,00	3,00	0,28	27,20	0,26
29.-30.8.2012	2,20	31,00	5,00	0,21	22,80	0,44
12.-13.9.2012	2,30	39,00	3,00	0,05	44,10	0,34
9.-10.10.2012	3,50	23,00	3,00	<0,04	25,20	0,99
7.-8.11.2012	2,10	27,00	3,00	0,13	33,90	0,70
5.-6.12.2012	2,70	25,00	3,00	0,13	41,20	1,01
Průměr	4,06	35,33	4,08	1,58	20,53	1,36
Max.	8,50	49,00	10,00	13,00	44,10	3,20
Min.	2,10	23,00	3,00	<0,04	3,88	0,24
Limit „p“	20,00	80,00	25,00	10,0*	--	3,0*
Limit „m“	40,00	120,00	50,00	20,00	--	5,00
Emisní standard „p“	25,00	120,00	30,00	15,0*	--	3,0*
Emisní standard BAT	18,00	70,00	20,00	8,0*	--	2,0*

*aritmetický průměr

Tab. 13 - Přehled výsledků odebraných vzorků z ČOV Kravaře dle jednotlivých ukazatelů - rok 2013

Datum odběru vzorku/Ukazatel	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	N _{celk.}	P _{celk.}
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
28.-29.1.2013	2,50	42,00	3,00	3,10	10,20	1,12
6.-7.2.2013	2,60	33,00	3,00	0,49	6,28	1,13
11.-12.3.2013	3,60	37,00	4,00	12,00	12,20	0,81
25.-26.4.2013	4,00	35,00	5,00	<0,04	23,50	0,50
6.-7.5.2013	3,10	20,00	5,00	0,20	19,80	0,62

Datum odběru vzorku/Ukazatel	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	N _{celk.}	P _{celk.}
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
18.-19.6.2013	3,70	23,00	3,00	0,22	18,30	0,99
10.-11.7.2013	3,00	27,00	3,00	0,06	28,80	1,10
19.-20.8.2013	3,90	31,00	3,00	0,19	39,90	1,40
11.-12.9.2013	4,20	29,00	9,00	0,09	38,70	1,31
15.-16.10.2013	3,00	30,00	4,00	0,08	29,60	1,71
11.-12.11.2013	3,30	25,00	4,00	0,05	49,60	1,49
3.-4.12.2013	4,50	31,00	6,00	0,22	43,80	1,25
Průměr	3,45	30,25	4,33	1,52	26,72	1,12
Max.	4,50	42,00	9,00	12,00	49,60	1,71
Min.	2,50	20,00	3,00	<0,04	6,28	0,50
Limit „p“	20,00	80,00	25,00	10,0*	--	3,0*
Limit „m“	40,00	120,00	50,00	20,00	--	5,00
Emisní standard „p“	25,00	120,00	30,00	15,0*	--	3,0*
Emisní standard BAT	18,00	70,00	20,00	8,0*	--	2,0*

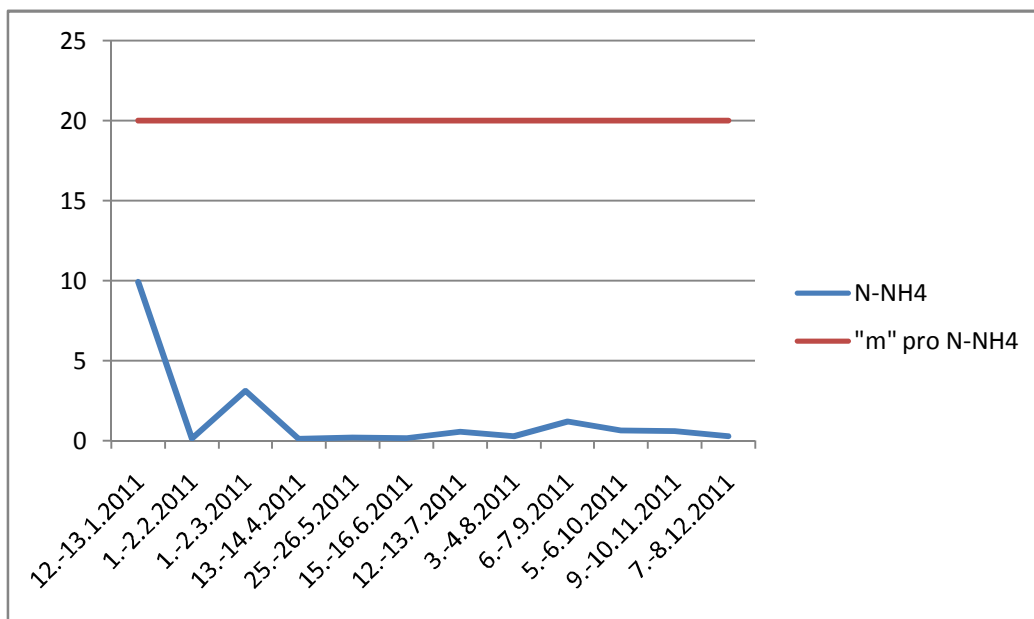
*aritmetický průměr

Porovnáním naměřených hodnot jednotlivých ukazatelů a limitů daných platným povolením za roky 2011, 2012 a 2013 nebylo zjištěno žádné překročení limitů daných platným povolením k vypouštění odpadních vod.

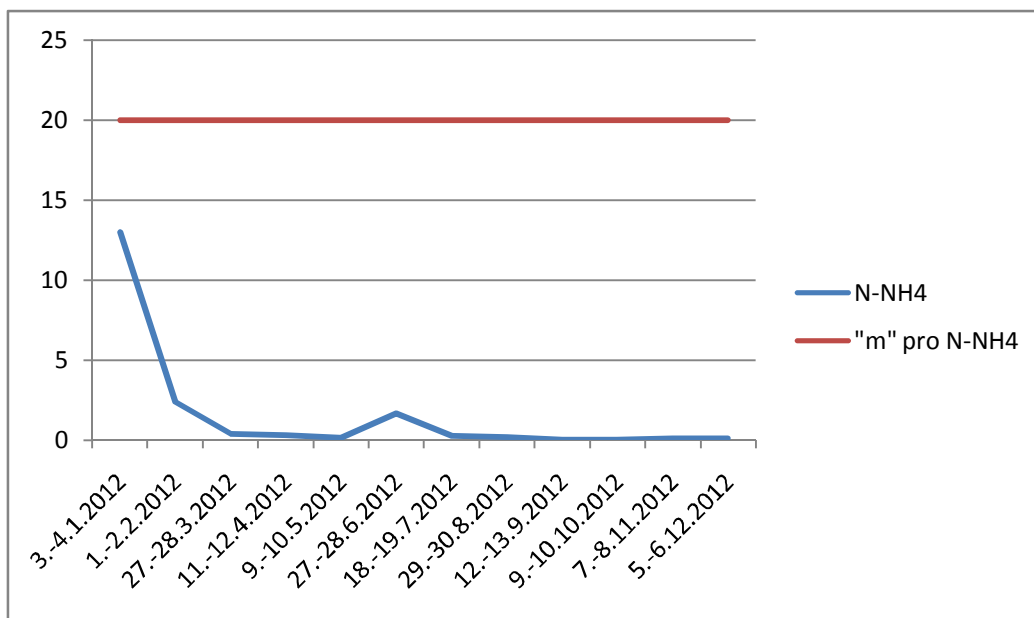
U organického znečištění (hodnoty BSK₅ a CHSK_{Cr}) svědčí uvedené výsledky rozborů vzorků o trvale vysokém čistícím efektu.

Z výsledků rozborů vzorků odpadních vod na odtoku z ČOV Kravaře za roky 2011, 2012 a 2013 byly zjištěny zvýšené hodnoty v ukazateli N-NH₄ na odtoku z ČOV Kravaře v období zimních měsíců (leden 2011, březen 2011, leden 2012, únor 2012, leden 2013, březen 2013), viz *Graf 3*, *Graf 4* a *Graf 5*. V chladnějších měsících roku je teplota přitékající odpadní vody ovlivněná celkovým klimatem. Právě teplota odpadní vody je jeden z důležitých faktorů, který ovlivňuje veškeré rychlosti biologických procesů, podstatně pak nitrifikaci amonných iontů (Pytl, 2004).

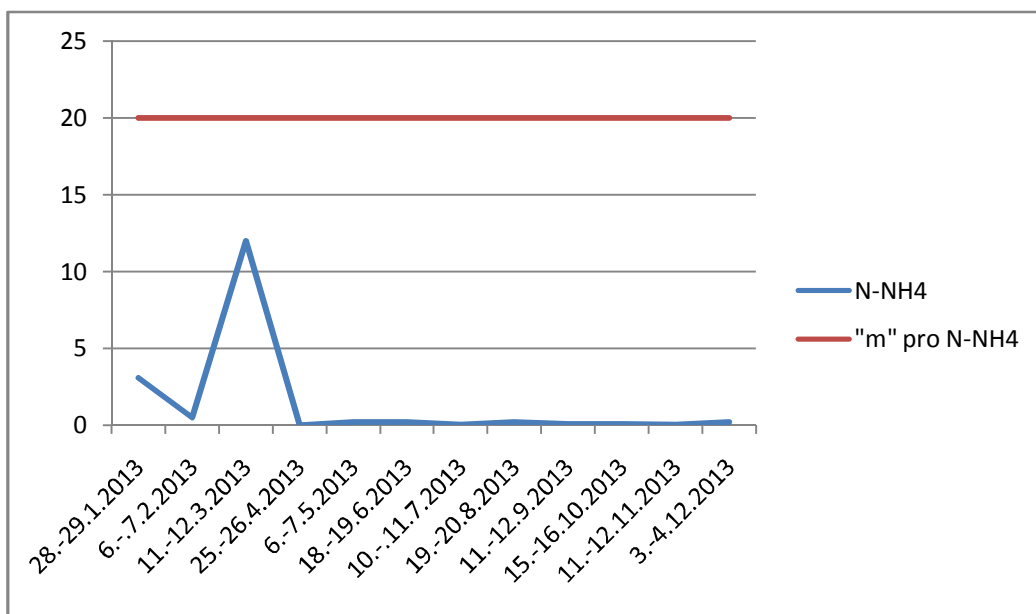
Graf 3 - Hodnoty ukazatele $N-NH_4$ (mg/l) na odtoku v roce 2011



Graf 4 - Hodnoty ukazatele $N-NH_4$ (mg/l) na odtoku v roce 2012

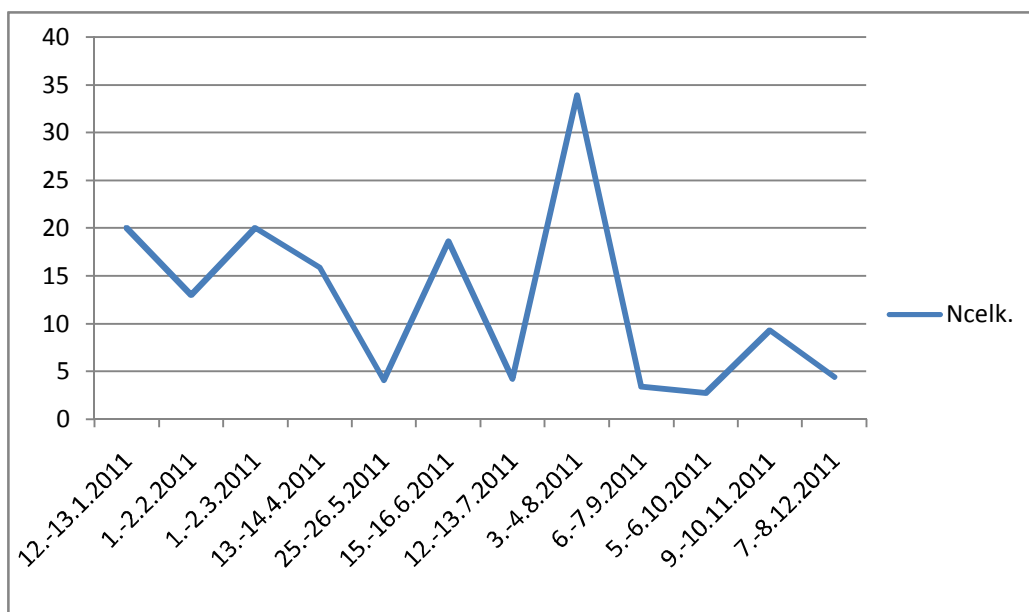


Graf 5 - Hodnoty ukazatele $N-NH_4$ (mg/l) na odtoku v roce 2013

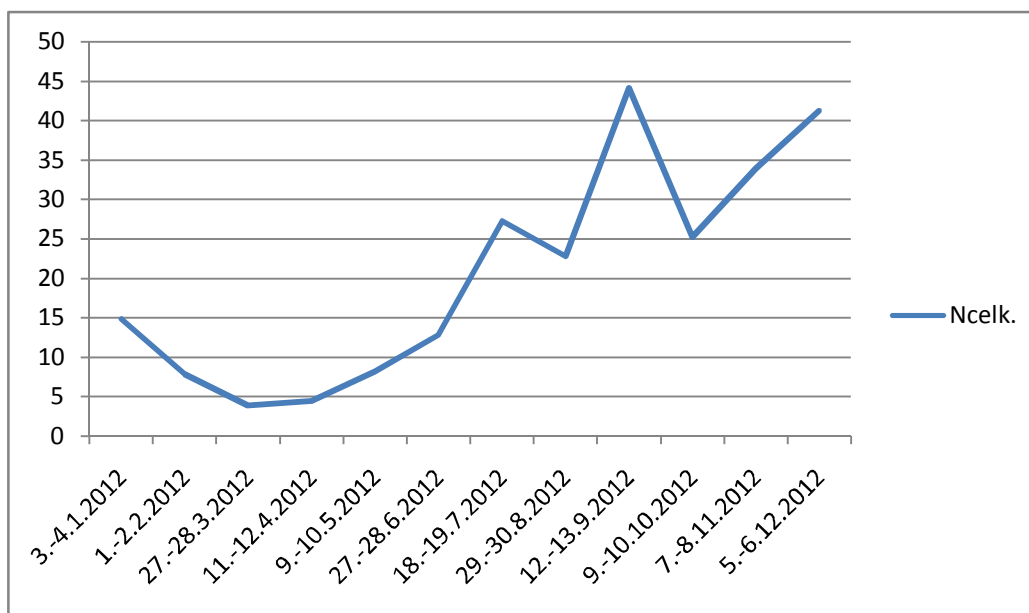


Odbourávání dusíkatého znečištění vyjádřené ukazatelem $N_{celk.}$, které je závislé na správném nastavení provzdušňování a míchání v AN, tzn. na koncentraci rozpuštěného kyslíku, v letech 2011 – 2013 značně kolísá, viz *Graf 6*, *Graf 7*, *Graf 8*.

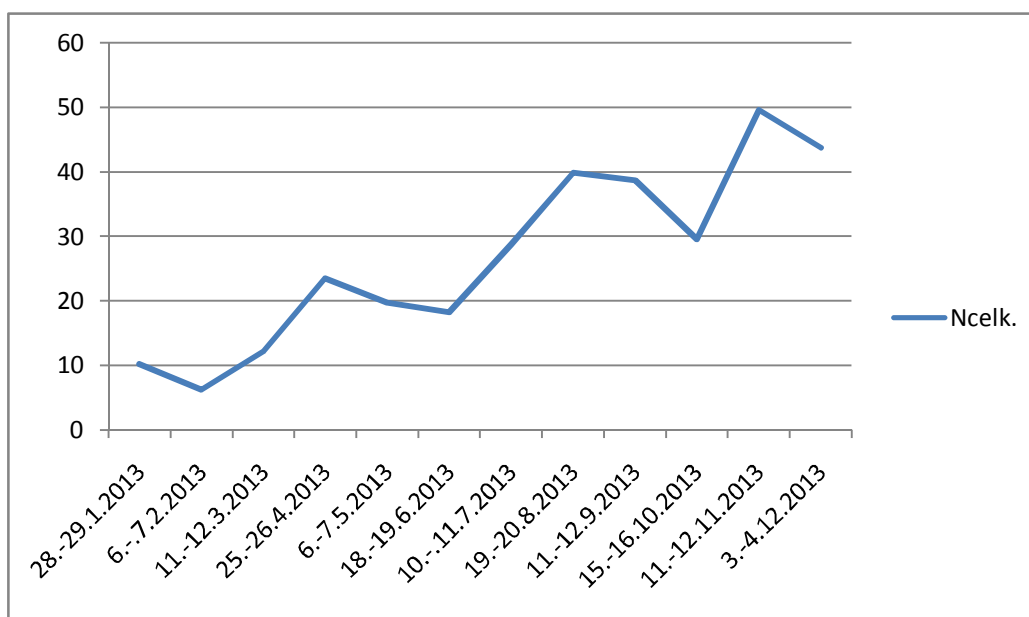
Graf 6 - Hodnoty ukazatele $N_{celk.}$ (mg/l) na odtoku v roce 2011



Graf 7- Hodnoty ukazatele $N_{celk.}$ (mg/l) na odtoku v roce 2012



Graf 8 - Hodnoty ukazatele $N_{celk.}$ (mg/l) na odtoku v roce 2013



Na ČOV Kravaře je koncentrace rozpuštěného kyslíku ovlivňována zejména:

- nerovnoměrným přítokem znečištění během jednotlivých částí dne,
- kolísáním zásob oživeného kalu („ZOK“) v AN1 a AN2.

Doporučené nastavení spodní hranice kyslíku je pro ČOV Kravaře stanovena v Provozním řádu na hodnotu 0,5 mg/l, horní hranice v letních měsících 2,0 mg/l, v zimních měsících při poklesu teploty v aktivaci pod 10° C na hodnotu 2,5 mg/l. Růst teploty a koncentrace rozpuštěného kyslíku úzce souvisí s velikostí zásoby oživeného kalu v AN. S růstem zásob oživeného kalu se zvyšuje potřeba rozpuštěného kyslíku. Mikroorganismy, které se nachází v oživeném kalu, potřebují kyslík pro udržení svých životních pochodů (endogenní respirace), odbourávání organického znečištění a pro vytváření nové buněčné hmoty. Čím větší počet mikroorganismů, tím větší potřeba rozpuštěného kyslíku pro udržení mikroorganismů při životě a tím méně rozpuštěného kyslíku pro odbourávání organického znečištění. Situace je optimální na ČOV, kdy proces nitrifikace a denitrifikace probíhá v samostatných nádržích. V nádrži pro denitrifikaci se odpadní voda míchá s vratným kalem, který obsahuje dusičnany N-NO_3^- (viz kapitola 3.3.1), ze kterých mikroorganismy při nižší koncentraci kyslíku v odpadních vodách využívají kyslík. Vznikající plynný dusík N_2 je uvolňován do atmosféry.

ČOV Kravaře je vybavena dvěma AN OMS Simplex každá s vestavěnou vertikální DN, tzn. proces nitrifikace i denitrifikace probíhá v jedné nádrži. Dmychadla jsou řízena podle periodicky se opakujícího časového schématu a množství kyslíku v AN dle kyslíkových sond. Časové schéma se skládá ze tří po sobě následujících periodicky se opakujících fází: nitrifikace (dmychadla udržují v nádrži nitrifikační hladinu kyslíku), denitrifikace – fáze A (dmychadlo je zastaveno, dochází k poklesu množství kyslíku), denitrifikace – fáze B (dmychadlo je zastaveno, k ukončení fáze dojde po uplynutí doby určené pro denitrifikaci). Dosažením dané hladiny kyslíku v AN dochází k zapnutí či vypnutí dmychadel, což vede k zahájení dané fáze. Po vypnutí dmychadla začnou míchat aktivaci míchadla. Pokud proces denitrifikace v AN probíhá nedostatečně, dochází v DN k intenzivnějšímu procesu denitrifikace, kde se dostává aktivační směs s velkou koncentrací dusičnanů – N-NO_3^- . Mikroorganismy po rychlém spotřebování rozpuštěného kyslíku začnou spotřebovávat kyslík z dusičnanů – N-NO_3^- . Tento proces vede k uvolňování plynného dusíku – N_2 , což vede ke snižování hodnoty $P_{\text{celk.}}$ ve vyčištěné odpadní vodě. Při uvolňování plynného dusíku do atmosféry je na hladině DN vynášen kal. V případě, že přebytečný kal, který je čerpán do kalojemu 1, obsahuje vyšší obsah N-NO_3^- , dochází ke stejnému ději a na hladině kalojemu se vytváří silný kalový strop.

Koncentrace rozpouštěného kyslíku v AN se na ČOV Kravaře pohybuje během dne kolem hodnoty 0,5 mg/l. V noci, v době nižšího přítoku odpadních vod, vystoupí k hodnotě 2,5 mg/l. Mnohem výrazněji dochází ke snížení koncentrace rozpouštěného kyslíku během víkendu, kdy přitéká na ČOV mnohem větší znečištění než ve všední den. Tento stav je monitorován po celou dobu trvalého provozu ČOV. Tím, že na ČOV Kravaře má oživený kal v AN během celého roku vysoké kalové indexy (viz kapitola 9), nelze ze sedimentů odečítaných v skleněných válcích s dostatečnou přesností určit sušinu NL oživeného kalu v g/l a vypočítat zásobu oživeného kalu.

Tab. 14 - Hodnoty provzdušňování v AN v jednotlivých měsících roku 2013 (Sýkora, 2014)

Měsíc	Doba provzdušňování		Teplota akt. směsi °C	Ukazatelé na odtoku z ČOV		
	AN1	AN2		N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N _{celk.}
	h/d	h/d		mg/l	mg/l	mg/l
leden	12,70	12,70	10,30	3,10	40,90	41,80
únor	10,20	10,40	9,70	0,49	4,18	6,28
březen	8,40	9,00	9,90	12,00	0,15	12,20
duben	11,70	11,90	11,20	<0,04	23,00	23,50
květen	14,60	15,00	14,60	0,20	18,90	19,80
červen	12,80	13,00	16,30	0,22	14,00	18,30
červenec	14,10	14,90	18,70	0,06	28,20	28,80
srpen	16,10	16,30	19,90	0,19	35,50	39,90
září	15,30	15,00	18,40	0,09	28,50	38,70
říjen	15,50	15,30	16,50	0,08	29,40	29,60
listopad	16,20	16,00	15,00	0,05	39,50	49,60
prosinec	15,90	15,90	12,10	0,22	23,90	43,80
Průměr	13,63	13,78	14,38	1,39	23,84	29,36
Max.	16,20	16,30	19,90	12,00	40,90	49,60
Min.	8,40	9,00	9,70	<0,04	0,15	6,28

Z provozních výkazů lze odečíst dobu chodu dmychadel v jednotlivých AN za den, viz *Tab. 14*. Při kontrolních vzorcích se ve vyčištěné odpadní vodě stanovuje i N-NO_3^- , lze tedy srovnáním hodnot doby provzdušňování za den a hodnot N-NO_3^- ve vyčištěné odpadní vodě při koncentraci NL oživeného kalu cca 2 g/l (ZOK v obou AN 4 767 kg) doporučit, aby se doba provzdušňování pohybovala v rozmezí 13 až 14 hodin za den. V zimním období (při nižších teplotách aktivační směsi) u dolní hodnoty, v letním období při horní hodnotě.

8.5 Účinnost čištění odpadních vod

Účinnost čištění odpadních vod je vyjádření poměru úbytku koncentrace konkrétní znečišťující látky v odpadních vodách na odtoku z ČOV dosažené procesem čištění ke koncentraci dané látky před čištěním, tzn. na přítoku na ČOV. Účinnost se vyjadřuje v procentech původní koncentrace. Pro vyhodnocení účinnosti čištění odpadních vod na ČOV Kravaře jsou porovnány hodnoty znečištění příslušných ukazatelů na přítoku na ČOV vypočtené jako násobek skutečného počtu napojených EO a obecně uváděné produkce znečištění na 1 EO (viz *kapitola 8.2*) a průměrné hodnoty příslušných ukazatelů získaných odběrem vzorků na odtoku z ČOV. Takto získaný údaj je možno porovnat se standardy kvality vyčištěné vody dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., a to včetně standardů pro BAT v oblasti zneškodňování odpadních vod. Vyhodnocení bylo provedeno za poslední rok trvalého provozu ČOV, tzn. rok 2013.

Tab. 15 - Vyjádření účinnosti čištění odpadních vod v roce 2013 porovnáním hodnot koncentrace znečištění na přítoku na ČOV a průměrných hodnot na odtoku z ČOV u příslušných ukazatelů

Ukazatel		BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N _{celk.}	P _{celk.}
Přítok na ČOV	mg/l	497,45	994,89	455,99	91,19	20,72
Odtok z ČOV (průměr)	mg/l	3,45	30,25	4,33	26,72	1,12
Účinnost ČOV	%	99,3	97	99,1	70,7	94,6
Účinnostní standard	%	85	75	--	--	70
Účinnostní standard BAT	%	90	80	--	--	75

*aritmetický průměr

Účinnost čištění u ukazatelů BSK₅, CHSK_{Cr}, NL, P_{celk} je na velmi vysoké úrovni a účinnostní standardy jsou s přehledem plněny. Nejhuře, jak již bylo potvrzeno z výsledků rozborů vzorků odebraných na odtoku z ČOV Kravaře za roky 2011 – 2013, je odbouráváno znečištění dané ukazatelem N_{celk}. Pro zlepšení odbourávání dusíkatého znečištění je nutné udržovat optimální koncentraci aktivační směsi v obou AN trvale na hodnotě kolem 2 g/l (ZOK 4 676 kg) a dodržovat dobu provzdušňování v rozmezí 13 až 14 hodin denně, viz kapitola 8.4.

9 Provoz kalového hospodářství

Na ČOV Kravaře vzniká:

- při biologickém čištění odpadních vod kal přebytečný,
- při chemickém odstraňování fosforu kal chemický.

9.1 Přebytečný kal na ČOV Kravaře

Pro výpočet předpokládané produkce přebytečného kalu se používá obecná rovnice pro růst biomasy:

$$P_x = Y \cdot S_r$$

P_x - produkce biomasy za den (kg sušiny za den)

Y - růstový koeficient aktivovaného kalu (kg sušiny na kg odbouraného BSK₅)

S_r - odbourání substrátu (kg BSK₅ odbouraného za den)

Růstový koeficient aktivovaného kalu závisí na řadě provozních faktorů, např. na zatížení kalu a teplotě. Pohybuje se mezi 0,4 - 0,8 kg sušiny na 1 kg odbouraného BSK₅ a vzrůstá se snižující se teplotou. Pro teplotu 21°C se pohybuje okolo 0,69, při teplotě 10° C vzrůstá hodnota tohoto koeficientu na 0,84 (Hlavínek aj., 1996).

Výpočet množství vyprodukovaného přebytečného kalu na ČOV Kravaře za den pro rok 2013 (počítáno pro 6 359 EO připojených k 31. prosinci 2013)

Přítok BSK ₅	497,45 g.m ⁻³
Odtok BSK ₅	3,45 g.m ⁻³
Průměrné množství odpadních vod na přítoku	767 m ³ .d ⁻¹
Koeficient při teplotě 21°C	0,69

$$S_r = (497,45 - 3,45) \text{ g.m}^{-3} * 767 \text{ m}^3.\text{den}^{-1} = 378\,898 \text{ g.den}^{-1}$$

$$P_x = Y \cdot S_r = 0,69 * 378\,898 \text{ g.den}^{-1} = 261\,439 \text{ g.den}^{-1} = \underline{\underline{\text{cca } 261,4 \text{ kg.den}^{-1}}}$$

V roce 2013 bylo na ČOV Kravaře při napojení 6 359 EO denně vyprodukováno 261,4 kg přebytného kalu.

9.2 Chemický kal na ČOV Kravaře

Chemické odstraňování fosforu se na ČOV Kravaře realizuje pomocí síranu železitého $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – Preflocu („čínidlo“), viz také úvod kapitoly 8. Spotřeba čínidla na ČOV Kravaře dle údajů provozovatele činila v roce 2011 cca 30 tun, 2012 cca 43 tun a v roce 2013 cca 40 tun. Při srážení $P_{\text{celk.}}$ pomocí Fe^{3+} vzniká specifická produkce chemického kalu. Pro určení optimální dávky čínidla pro městské splaškové odpadní vody se doporučuje koeficient β , který vyjadřuje:

β = látkové množství kovu ve srážecím čínidle/množství $P_{\text{celk.}}$ v odpadní vodě, které je potřeba odstranit.

Pro městské splaškové vody se doporučuje $\beta = 1,5$. Na ČOV Kravaře byl z provozních údajů a výsledků laboratorních rozborů koeficient upřesněn na $\beta = 1,3$ (Sýkora, 2014).

Výpočet potřebného množství čínidla nutného pro odstranění fosforu v přítékajících odpadních vodách tak, aby byly plněny podmínky dané platným povolením k vypouštění odpadních vod pro rok 2013 (počítáno pro 6 359 EO připojených k 31. prosinci 2013)

Výpočet dávkování čínidla je proveden s ohledem na limit „průměr“ pro ukazatel $P_{\text{celk.}}$ daný platným povolením k vypouštění odpadních vod, tj. Rozhodnutím čj. Kra 2209/2010/ZP/ESCH, který je stanoven ve výši 3 mg/l. Tento výpočet je orientační, protože nevychází ze skutečně naměřených hodnot ukazatelů znečištění na přítoku na ČOV Kravaře (viz kapitola 8.2). Vliv na výpočet má také skutečnost, že pro ukazatel $P_{\text{celk.}}$ je použita limitní hodnota aritmetický průměr za kalendářní rok stanovená platným povolením. Při výpočtech je používán převod jednotek 1 mg.l^{-1} je roven 1 g.m^{-3} .

1) Na ČOV Kravaře přitéká denně v odpadních vodách 2,5 g $P_{\text{celk.}}$ na 1 EO (ČSN 75 6401), tzn.

$$6\,359 \text{ EO} * 2,5 \text{ g.EO}^{-1}.\text{den}^{-1} = 15\,897,5 \text{ g.den}^{-1} = 15,9 \text{ kg.den}^{-1}$$

při průměrném přítoku odpadních vod na ČOV $767 \text{ m}^3.\text{den}^{-1}$ to činí:

$$15,9 \text{ kg.den}^{-1} : 767 \text{ m}^3.\text{den}^{-1} = 0,0207 \text{ kg.m}^{-3} = \underline{\underline{20,7 \text{ mg.l}^{-1}}}$$

Při průměrném denním přítoku 767 m^3 odpadních vod přiteče na ČOV Kravaře v odpadních vodách denně cca $20,7 \text{ mg.l}^{-1} P_{\text{celk.}}$.

2) Na odbourání $100 \text{ mg.l}^{-1} \text{BSK}_5$ se na tvorbu těl mikroorganismů spotřebuje $1 \text{ mg.l}^{-1} P_{\text{celk.}}$, což při průměrných hodnotách $497,45 \text{ g.m}^{-3} \text{BSK}_5$ na přítoku na ČOV a $3,45 \text{ g.m}^{-3} \text{BSK}_5$ na odtoku z ČOV znamená:

$$(767 \text{ m}^3.\text{den}^{-1} * (497,45 - 3,45) \text{ g.m}^{-3}) : 100 = 3\,788,98 \text{ g.den}^{-1} = \underline{\underline{3,79 \text{ kg.den}^{-1}}}$$

Mikroorganismy spotřebují denně při odbourávání znečištění z odpadních vod cca $3,79 \text{ kg } P_{\text{celk.}}$ pro stavbu svých těl.

3) Vyčištěná odpadní voda vypouštěná do recipientu může obsahovat dle limitu „průměr“ stanoveného platným povolením k vypouštění koncentraci v ukazateli $P_{\text{celk.}}$ 3 mg/l .

$$767 \text{ m}^3.\text{den}^{-1} * 3 \text{ g.m}^{-3} = 2\,301 \text{ g.den}^{-1} = \underline{\underline{2,3 \text{ kg.den}^{-1}}}$$

Denně může být z ČOV Kravaře do recipientu vypuštěno cca $2,3 \text{ kg } P_{\text{celk.}}$.

Na základě těchto údajů je možno za pomoci koeficientu β provést výpočet potřebného množství činidla:

1) množství $P_{\text{celk.}}$, které je nutno denně odstranit z odpadních vod přitékajících na ČOV Kravaře:

$$15,9 \text{ kg.den}^{-1} - 3,79 \text{ kg.den}^{-1} - 2,3 \text{ kg.den}^{-1} = \underline{\underline{9,81 \text{ kg.den}^{-1}}}$$

2) výpočet potřebného množství Fe^{3+} za den pomocí koeficientu β :

$$9,81 \text{ kg.den}^{-1} * 1,3 = \underline{\underline{12,753 \text{ kg.den}^{-1} = 12\,753 \text{ g.den}^{-1}}}$$

3) denní spotřeba $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

– použití vzorce pro výpočet látkového množství ($m = n * M$)

molární hmotnost $\text{Fe}_2 = 111,68 \text{ g.mol}^{-1}$

molární hmotnost $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 399,89 \text{ g.mol}^{-1}$

$$(12\,753 \text{ g} : 111,68 \text{ g.mol}^{-1}) * 399,89 \text{ g.mol}^{-1} = 45\,664,37 \text{ g} = \underline{\underline{45,7 \text{ kg}}}$$

- 4) přepočít na 40% roztok v l.d^{-1} – použití vzorce pro výpočet objemu ($m = V * \rho$)

hustota $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - 1,5 \text{ g.cm}^{-3}$ (viz Příloha č. 2)

$$45,7 \cdot 10^3 \text{ g} : 0,40 = 114,25 \cdot 10^3 \text{ g}$$

$$114,25 \cdot 10^3 \text{ g} : 1,5 \text{ g.cm}^{-3} = 76,167 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = \underline{\underline{76,17 \text{ l}}}$$

- 5) výpočet množství 40% roztoku do každé AN aplikované za hodinu

$$76,17 \text{ l} : 2 = 38,085 \text{ l}$$

$$38,085 \text{ l} : 24 = \underline{\underline{1,59 \text{ l}}}$$

- 6) výpočet roční spotřeby potřebného činidla

$$76,17 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 * 1,5 \text{ g.cm}^{-3} = 114\,255 \text{ g} = 114,255 \text{ kg}$$

$$114,255 \text{ kg} * 365 = 41\,703,075 \text{ kg} = \underline{\underline{41,7 \text{ t}}}$$

Pro dodržení limitu „průměr“ v ukazateli $P_{\text{celk.}}$ ve vypouštěných odpadních vodách daného platným povolením k vypouštění odpadních vod je potřeba denně nadávkovat množství cca 12,75 kg Fe^{3+} , a to pomocí 40% roztoku síranu železitého $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ v množství 38,085 l do každé AN. Při specifické produkci 2,5 kg chemické sušiny kalu z 1 kg Fe^{3+} se vytvoří celkem cca 31,88 kg NL chemického kalu ($12,75 \text{ kg } \text{Fe}^{3+} * 2,5 \text{ kg}$).

Celková denní produkce kalu na ČOV je součtem vzniklého kalu přebytečného (261,4 kg) a chemického (31,88 kg), tedy celkem 293,28 kg kalu. Přebytečný kal představuje 89,1 % a chemický kal 10,9 % z celkově produkováného kalu. Sušina přebytečného kalu se tak denně díky produkci chemického kalu navýší na 112,2 %.

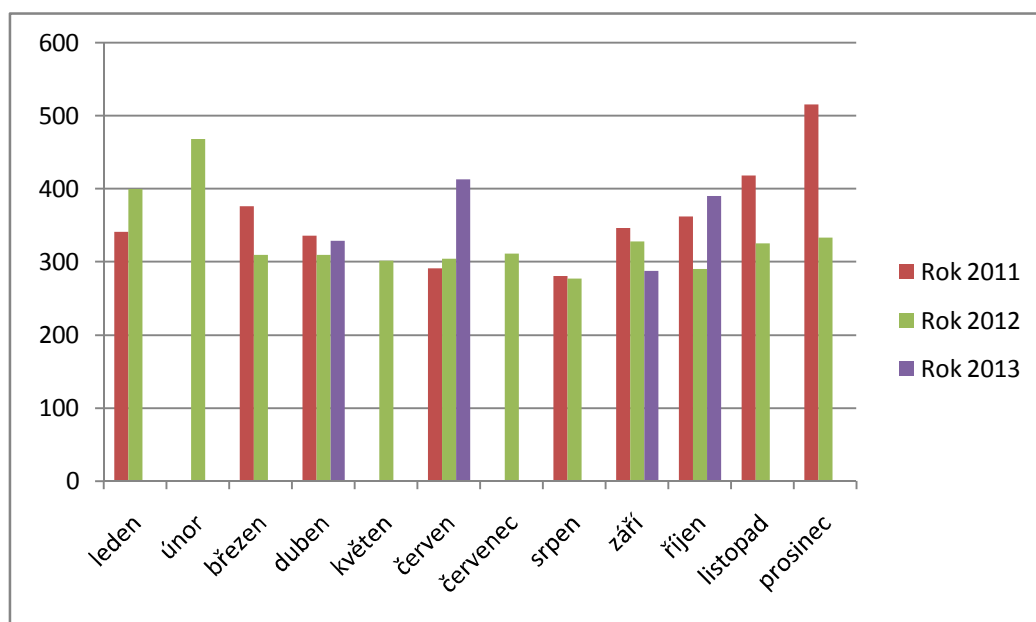
Údaje získané od provozovatele ČOV Kravaře o skutečné spotřebě činidla za rok 2013 ve výši cca 40 tun a výsledek orientačního výpočtu roční spotřeby činidla tak, aby byla dodržena podmínka limitu stanovená v povolení k vypouštění odpadních vod týkající se ukazatele $P_{\text{celk.}}$, ve výši cca 41,7 tun, se téměř shodují. Je potřeba brát ohled na skutečnost, že roční spotřeba činidla udaná provozovatelem je přibližná a že pro výpočet

byla použita hodnota měrné produkce fosforu na 1 EO 2,5 g za den daná ČSN 75 6401. Tento reálný ekvivalent je ve skutečnosti nižší, viz kapitola 3.3.2.

9.3 Vyhodnocení provozu kalového hospodářství

Provoz kalového hospodářství se v době zkušební provozu ČOV po rozdělení nátok odpadních vod do obou AN potýkal se zhoršenými sedimentačními vlastnostmi kalu jak v AN (oživený kal – vliv na kvalitu vod na odtoku z ČOV), tak kalu v DN (přebytečný kal – zhoršená sedimentace v DN až vláknité bytění kalu). Dle naměřených hodnot KI (objem v ml, který zaujímá 1 g sušiny kalu po půlhodinové sedimentaci) tento stav přetrvával i v letech 2011 – 2013, tzn. v období trvalého provozu, viz Graf 9. V letním období se KI na ČOV Kravaře průměrně pohybuje v rozmezí hodnot 200 – 300 ml/g, v zimním období v rozmezí hodnot 300 - 400 ml/g. Tyto hodnoty indikují zbytnělý kal (viz kapitola 3.4), který je charakterizován přítomností vláknitých organismů. Právě nadměrný výskyt vláknitých organismů je jednou z hlavních příčin zhoršených sedimentačních vlastností kalu. Rozvoj těchto organismů je podporován dlouhou dobou zdržení kalu v DN s minimem rozpuštěného kyslíku, případně zcela bez kyslíku. V případě ČOV Kravaře byl jako doprovodný jev občas zaznamenán výskyt biologické pěny na povrchu aktivace.

Graf 9 - Hodnoty kalového indexu (ml/g) v jednotlivých měsících daného roku



Mezi další vlivy ovlivňující sedimentační vlastnosti kalu patří:

- nerovnoměrný přítok odpadních vod,
- nedostatečné provzdušňování kalu v kalojemech (dochází k zahnívání kalu),
- vliv klimatických podmínek – teploty (v zimním období jsou sedimentační vlastnosti oživeného kalu v AN horší).

Trvale vysoké kalové indexy oživeného kalu poznamenávají negativně celkový provoz kalového hospodářství. Jestliže projektant při dlouhodobé nízkozatížené aktivaci se stabilizací oživeného kalu předpokládal sušinu NL odsazeného kalu v kalojemech 3,5 %, vláknitý oživený kal s vysokými kalovými indexy přiváděný z kalojemu k odstředivce v roce 2013 měl průměrnou sušinu 1,45 %. Na odstředivku se může za 1 hodinu přivádět maximálně 2,9 m³ kalu. V roce 2013 při odvozu 119 ks kontejnerů (jeden kontejner cca 5 tun) byla průměrná sušina odvodněného kalu 16,9 %. Na kg odvodněné sušiny se spotřebovalo cca 10 g polymerního flokulantu.

Tato skutečnost má dopad na celkové provozní náklady ČOV, které jsou vynakládány na proces odvodňování a na odvoz kontejnerů s odvodněným kalem, viz *Tab. 16*.

Smlouvu na odvoz kontejnerů z ČOV má provozovatel uzavřenou se společností Marius Pedersen, a.s. Cenové podmínky této smlouvy nebyly po dohodě provozovatele s touto společností pro účely diplomové práce poskytnuty z důvodu, že se jedná o údaj ze smlouvy, který nesmí být třetí osobě poskytnut. Společnost Marius Pedersen, a.s. na základě žádosti o informace sdělila, že cena za odběr čistírenských kalů se pohybuje v regionu střední a severní Moravy od cca 500,- až 1 300,- Kč za 1 tunu. Do ceny jsou započítány např. přepravní náklady, náklady na koupi a údržbu kontejnerů, náklady na konečnou likvidaci. Jedním z aspektů, který určuje celkovou cenu, je množství produkováných kalů (čím menší produkce kalů, tím jsou náklady spojené s užíváním kontejnerů a dopravou vyšší oproti nákladům na konečnou likvidaci). Pro společnost Marius Pedersen, a.s. ČOV Kravaře patří mezi kategorie čistíren s nižší produkcí kalů a tedy celková cena za služby poskytované provozovateli ČOV Kravaře se pohybuje v horním rozpětí cen za 1 tunu odebraných čistírenských kalů. V této diplomové práci je tedy pro orientační výpočet celkových ročních nákladů na odvoz kalu použita nejvyšší možná sazba, a to 1 300,- Kč za 1 tunu odvezeného kalu. Z rozpočtů na roky 2011, 2012 a

návrhu rozpočtu na rok 2013 poskytnutých provozovatelem ČOV se průměrně jedná cca o 15 % celkových nákladů na provoz ČOV.

Tab. 16 - Údaje o množství kontejnerů s odvodněným kalem a výše jednotlivých nákladů spojených s provozem ČOV Kravaře

Rok	Počet kontejnerů	Odvodněný kal celkem	Přibližné provozní náklady na odvoz	Celkové skutečné náklady na provoz ČOV
	ks	kg	Kč	Kč
2011	123	615 000	799 500	5 289 900
2012	116	580 000	754 000	4 895 500
2013	119	595 000	773 500	5 488 500*

*Návrh rozpočtu na rok 2013

Pozn. objem 1 kontejneru – 5 000 kg, průměrná cena za odvoz 1 kontejneru při ceně 1 300,- Kč za 1 tunu odváženého kalu, celková cena za odvoz 1 kontejneru – 6 500,- Kč

Snahou provozovatele v době, kdy se tento problém objevil, tzn. již v době zkušebního provozu v letech 2009 - 2010, bylo snížit zásobu oživeného kalu tak, aby se zatížení kalu pohybovalo mezi hodnotami 0,04 – 0,05 BSK₅ na 1 kg sušiny NL za den a dále vyzkoušet různé možnosti zahuštění kalu v kalojemu tak, aby odvodněný kal měl co nejmenší sušinu. Základem bylo provádění pravidelného měření hodnot sedimentu ve zvolených časových intervalech v litrových skleněných válcích nebo průhledných plastových nádobách, a to sedimentu aktivní směsi v AN a sedimentu vratného a přebytečného kalu. Tyto hodnoty byly rozhodující pro stanovení doby provzdušňování a čerpání jednotlivých druhů kalu. Přesné instrukce pro obsluhu ČOV byly uváděny průběžně a v ročních vyhodnoceních provozu ČOV. Problém však přetrvává i po dobu trvalého provozu ČOV.

K špatným sedimentačním vlastnostem oživeného kalu zřejmě nejvíce přispívá dlouhá doba zdržení odpadní vody v DN s minimem rozpuštěného kyslíku nebo zcela bez kyslíku, tj. vhodné prostředí pro rozvoj vláknitých mikroorganismů. Vratný (oživený) kal je čerpán v cyklu, ve kterém se střídá chod čerpadla – 30 minut a klid čerpadla – 15 minut, vždy dvěma čerpadly z každé DN zpět do AN. Oživený kal je odváděn ze dna DN otočnou násoskou, která rovnoměrně sbírá kal ze dna celého mezikruží DN. Kal je odsáván

násoskou do sběrné jímky zavěšené pod obslužným mostem nad DN. Odtud je čerpán střídavě jedním ze dvou čerpadel vratného kalu. Přebytný kal se čerpá do kalojemu samostatným čerpadlem. Čerpadla vratného kalu jsou tedy v chodu 16 hodin denně, viz kapitola 8. Při výkonu čerpadla 12,5 l/s je přečerpáno jedním čerpadlem celkem 45 m³/h (12,5 l * 3600 s), tedy 720 m³ za den (45 m³ * 16 hod), v obou AN 1 440 m³ za dne. Recirkulační poměr R, který se vypočítá jako podíl množství vratného kalu za den (1 440 m³) a průměrného množství přitékajících odpadních vod (767 m³) je R = 1,87. Doby zdržení aktivační směsi v AN, skutečná doba zdržení odpadní vody v DN při hydraulické účinnosti DN = 0,5 a doby zdržení na ČOV při průměrném, maximálním a minimálním množství odpadních vod v roce 2013 jsou uvedeny v Tab. 17.

Tab. 17 - Skutečná doba zdržení odpadních vod v AN, DN a na ČOV v roce 2013 (Sýkora, 2014)

	Doba zdržení při prům. průtoku	Doba zdržení při min. průtoku	Doba zdržení při max. průtoku
	hod	hod	hod
Aktivační nádrž	25,4	12,8	39,9
Dosazovací nádrž	6,0	1,6	12,3
Celkem ČOV	31,4	14,4	52,2
ČOV – přepočít na dny	1,3	0,6	2,2

Dlouhé doby zdržení odpadní vody v DN při vysokých KI a výšce 2,3 – 3 m kalu ode dna v DN prodlužují dobu, po kterou nemá oživený kal v AN i DN dostatek rozpuštěného kyslíku. Jako možná řešení se jeví:

- optimální zatížení aktivovaného kalu odpadními vodami,
- zkrácení dlouhé doby zdržení v DN,
- zvýšené čerpání vraceného kalu,
- zahuštění kalu flokulanty.

Pro provoz ČOV se jako nejlevnější varianta jeví taková změna provozu ČOV, která by vedla ke zhoršení životních podmínek pro vláknité bakterie. Tyto bakterie dobře prospívají a rozmnožují se při nízkých koncentracích živin, tj. při nízkém zatížení

aktivovaného kalu odpadními vodami. Odpouštěním určitého množství aktivovaného kalu z AN zůstane zbylým mikroorganismům větší množství živin, takže se začnou rychleji množit a produkovat více aktivovaného kalu. Tento kal se musí neustále odpouštět. Pomalu rostoucí vláknitá bakterie bude tímto opatřením postupně z procesu odstraněna. Taková změna v provozu ČOV má ale negativní vliv na nitrifikační bakterie, které se stejně jako vláknité bakterie vyznačují pomalým množením. Z tohoto důvodu by bylo nutno pečlivě sledovat koncentraci N-NH_4^+ ve vyčištěné vodě. V případě, že by se hodnoty této koncentrace blížily limitu stanovenému v povolení k vypouštění, bylo by nutno odpouštění přebytečného kalu omezit, příp. zastavit.

S ohledem na v podstatě bezvýsledné řešení problému se sedimentací kalu na ČOV Kravaře pomocí zvýšeného čerpání vraceného kalu a úpravy doby zdržení v DN (nepříznivě ovlivněno nerovnoměrných přítokem odpadních vod) praktikované od dob zkušebního provozu ČOV, se jako optimální jeví možnost zlepšení sedimentačních vlastností kalu pomocí vhodných chemikálií majících vliv na výskyt vláknitých bakterií a dále takových, které by zvýšily obsah sušiny gravitačně zahuštěného kalu.

Pro zdárný vývoj vláknitých bakterií jsou nutné mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, které enzymy vláknitých bakterií získávají rozložením částeczek tuku zachycených na povrchu vláken. Použitím soli trojmocného hliníku Al_3^+ je snížena aktivita enzymů, což brzdí růst vláknité bakterie. Na ČOV Kravaře se používá pro odstraňování fosforu z odpadních vod síran železitý $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – Prefloc (viz kapitola 9.2). Výměnou tohoto železitého koagulantu za koagulant železitohlinitý by byl zamezen růst vláknitých bakterií při současném zachování vhodných podmínek pro nitrifikační bakterie. Toto řešení je díky současnému dávkování Preflocu technicky bezproblémové. Nepříznivá je vyšší pořizovací cena železohlinitého koagulantu. Zvýšení obsahu sušiny gravitačně zahuštěného kalu pomocí vhodného flokulantu se provádí na strojním zařízení. Jedná se převážně o horizontální nebo rotační zahušťovače, které dosahují reálného zahuštění kalu na cca na 5 - 6 % sušiny (Pytl, 2004). Protože by toto řešení pro provozovatele znamenalo dodatečné náklady na dovybavení technologie kalové linky ČOV zahušťovačem kalu, jeví se jako optimální instalovat mobilní odstředivku a provést zkušební provoz. Vyhodnocení tohoto provozu by umožnilo prokazatelně vypočítat sušinu zahuštěného a následně odvodněného kalu a snížení počtu odvážených kontejnerů. Na základě těchto výpočtů by bylo možné provést výpočet rentability a návratnosti dodatečných nákladů vložených do

provozu kalového hospodářství, samozřejmě s ohledem na provozní náklady na trvalé zahušťování kalu a odvoz kontejnerů.

10 „Znečišťovatel platí“ ve městě Kravaře

Princip „znečišťovatel platí“ je v aglomeraci Kravaře při nakládání s vodami uplatňován díky jednosložkovému stočnému a plnění poplatkové povinnosti za vypouštění odpadních vod do vod povrchových na základě příslušných ustanovení vodního zákona.

10.1 Vodné a stočné

Výše vodného je stanovována každoročně provozovatelem oblastního skupinového vodovodu Kravaře – Štěpánkovice – Kobeřice, spol. Severomoravské vodovody a kanalizace a.s. Ostrava, regionální správa Opava, která dodává pitnou vodu do jednotlivých domácností města Kravaře.

Celková výše stočného je odvozena od množství vody odebrané z veřejné vodovodní sítě a ceny stočného, která je stanovována provozovatelem ČOV, tedy Městem Kravaře. Součástí stočného je i poplatek, který se podle zákona odvádí SFŽP (Závěrečná zpráva, 2010). Město Kravaře každoročně v souladu s platnou legislativou mění cenu stočného a poplatku za odvádění odpadních vod do jednotné kanalizace, viz *Tab. 18*. Ceny jsou uvedeny v Kč včetně DPH.

Tab. 18 - Ceny stočného za odvádění 1 m³ odpadní vody na ČOV Kravaře a prostřednictvím původní jednotné kanalizace bez řádného čištění do recipientu v jednotlivých letech (Město Kravaře, 2014)

Rok	Odpadní voda odvedená na ČOV	Odpadní voda odvedená do původní jednotné kanalizace
	Kč/m ³	Kč/m ³
2011	27,17	31,90
2012	28,50	39,79
2013	29,56	45,89
2014	32,91	51,75

Znevýhodněním výše poplatku za odvádění odpadních vod původní jednotnou kanalizací lze pozorovat snahu Města Kravaře dosáhnout napojení nemovitostí dosud nepřipojených na ČOV.

10.2 Poplatek za vypouštění odpadních vod do vod povrchových

Město Kravaře každý rok předkládá na základě příslušných ustanovení zákona o vodách České inspekci životního prostředí („ČIŽP“) poplatkové přiznání (viz kapitola 2.2), ve kterém jsou uvedeny údaje týkající se skutečně vypouštěného znečištění za běžný rok ze zdrojů Město Kravaře – kanalizace a ČOV.

Na základě údajů uvedených v těchto přiznáních jsou znečišťovateli vyměřeny poplatky, které jsou příjmem SFŽP. Poplatky za vypouštění odpadních vod do vod povrchových jsou stanovovány za znečištění (koncentrace daných ukazatelů dle Přílohy č. 2 zákona o vodách – CHSK, RAS, NL, $P_{celk.}$, $N_{anorg.}$, AOX, Hg, Cd) a objem vypouštěných odpadních vod.

Poplatky za znečištění

Dle příslušného ustanovení vodního zákona je znečišťovatel povinen platit poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod, jestliže jím vypouštěné odpadní vody překročí v příslušném ukazateli znečištění zároveň hmotnostní a koncentrační limit zpoplatnění.

Město Kravaře bylo zpoplatněno za vypouštěné znečištění pouze z osmi kanalizačních výustí (výust' Dvořisko, Loděnice, Mezivodky, Mlýnská, Nábřeží, Poštovní – Nábřeží, Skřivánčí a Štěpánkovická – Luční). Tuto poplatkovou povinnost měl znečišťovatel až do roku 2009. Na základě údajů z podaného poplatkového přiznání za rok 2010 (pro ukazatel $CHSK_{Cr}$ a $N_{anorg.}$ viz *Graf 10* a *Graf 11*) bylo zjištěno, že dosaženými hodnotami koncentrace znečištění odpadních vod nebyly překročeny prahové koncentrace stanovené v Příloze č. 2 vodního zákona, viz *Tab. 19*. Tento stav byl výsledkem připojování obyvatel na oddílnou kanalizaci zakončenou na ČOV.

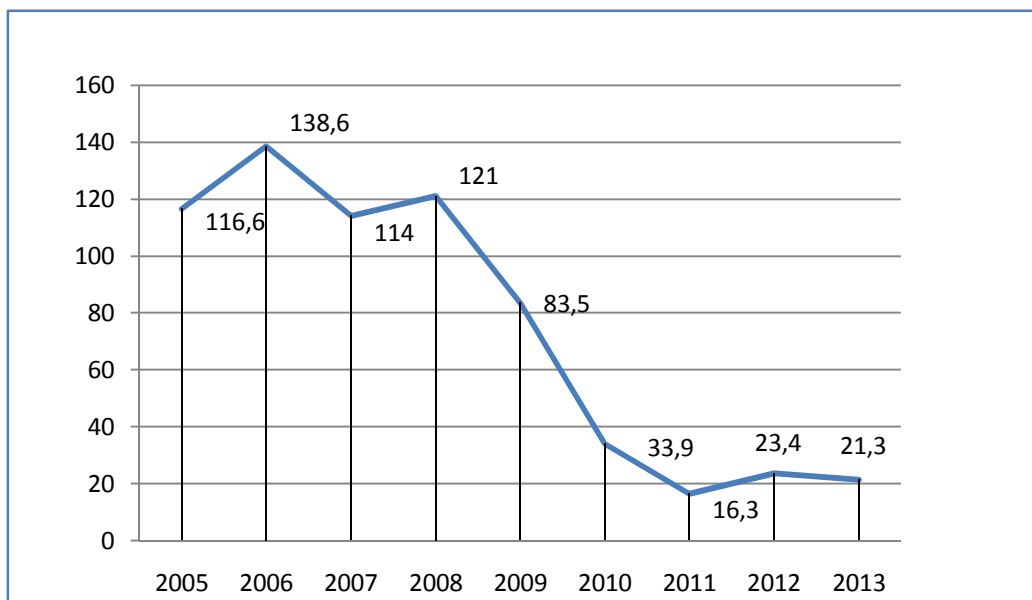
Tab. 19 - Hmotnostní a koncentrační limity zpoplatnění dle Přílohy č. 2 zákona o vodách

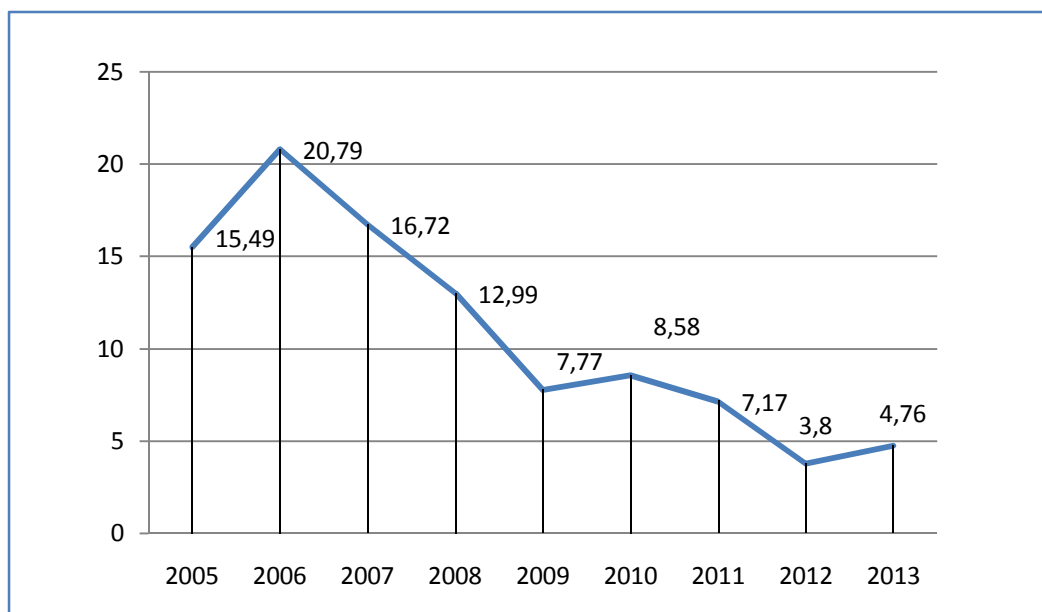
Limit		$CHSK_{Cr}$	NL	$N_{anorg.}$	$P_{celk.}$
Hmotnostní	kg/rok	8 000	10 000	20 000	3 000
Koncentrační	mg/l	40	30	20	3

Porovnání údajů průměrné roční koncentrace vypouštěného znečištění v ukazatelích $CHSK_{Cr}$ a $N_{anorg.}$ v období let 2005 – 2013 (tzn. období před a po realizaci projektu) ze zdroje znečišťování Město Kravaře – kanalizace, získaných z Rozhodnutí ČIŽP – výměr poplatku za vypouštění odpadních vod do vod povrchových prostřednictvím 8 kanalizačních výústí nečištěných odpadních vod, má významnou vypovídací schopnost o razantním snížení vypouštěného znečištění, viz *Graf 10* a *Graf 11*. U dalších sledovaných ukazatelů nemá toto porovnání tak významnou vypovídací schopnost.

Fotodokumentace vybraných výústí nečištěných odpadních vod je obsahem Přílohy č. 4.

Graf 10 – Průměrná roční koncentrace (mg/l) vypouštěného znečištění v ukazateli $CHSK_{Cr}$ za jednotlivé roky



Graf 11 – Průměrná roční koncentrace (mg/l) vypouštěného znečištění v ukazateli $N_{anorg.}$ za jednotlivé roky

Poplatky z objemu

Poplatek z objemu vypouštěných odpadních vod do vod povrchových je znečišťovatel povinen platit, jestliže objem skutečně vypuštěných odpadních vod překročí za kalendářní rok množství 100 000 m³, kdy sazba je stanovena na 0,10 Kč za 1 m³ vypuštěné odpadní vody. Údaje o objemu vypouštěných odpadních vod z kanalizačních výústí a ČOV do vod povrchových za jednotlivé roky jsou uvedeny v Tab. 20. Celková výše poplatků za vypouštění odpadních vod z kanalizačních výústí a ČOV v období od 1. září 2007 do 31. listopadu 2010 vyměřených rozhodnutím ČIŽP je ovlivněna odkladem placení poplatků ve výši 80 %. Základní podmínky pro povolení odkladu placení poplatků za vypouštěné znečištění jsou uvedeny v § 96 a 97 vodního zákona.

Tab. 20 - Množství vypouštěných odpadních vod z výústí jednotné kanalizace a ČOV Kravaře a výše poplatků za vypouštění v letech 2005 – 2013 (Rozhodnutí ČIŽP, 2014)

Rok	Kanalizační výusti				Výúst' ČOV	
	Množství odpadních vod	Výše poplatku za znečištění	Výše poplatku z objemu	Poplatky celkem	Množství odpadních vod	Výše poplatku z objemu
	m ³	Kč	Kč	Kč	m ³	Kč
2005	152 272	284 151,-	15 227,-	299 378,-	--	--
2006	152 272	337 668,-	15 227,-	352 895,-	--	--

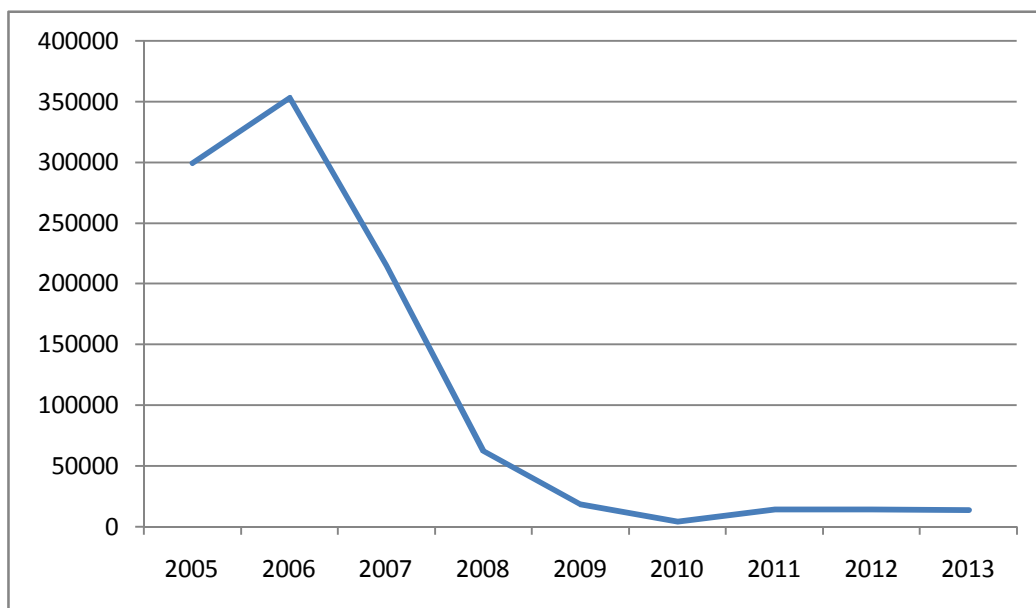
	Kanalizační výusti				Výúst' ČOV	
Rok	Množství odpadních vod	Výše poplatku za znečištění	Výše poplatku z objemu	Poplatky celkem	Množství odpadních vod	Výše poplatku z objemu
	m ³	Kč	Kč	Kč	m ³	Kč
2007	152 272	277 830,-	15 227,-	214 908,-*	--	--
2008	152 272	294 769,-	15 227,-	61 999,-*	--	--
2009	152 272	77 180,-	15 227,-	18 481,-*	--	--
2010	152 272	--	11 166,-	4 061,-*	251 863	6 716,-
2011	140 063	--	14 063,-	14 063,-	237 100	23 710,-
2012	139 672	--	13 967,-	13 967,-	242 837	24 283,-
2013	137 433	--	13 743,-	13 743,-	279 955	27 996,-
Celkem	1 330 800	1 271 598,-	129 074,-	993 495,-	1 011 755	82 705,-

*Celková částka ovlivněná odkladem placení poplatků

Postupné připojování obyvatel obce na novou oddílnou kanalizaci je předpokladem, že dojde k zásadnímu snížení množství odpadních vod vypouštěných prostřednictvím jednotlivých kanalizačních výústí. Tato skutečnost nebyla porovnáním údajů uvedených v *Tab. 20* prokázána. Hlavním důvodem je fakt, že množství odpadních vod vypouštěných z jednotlivých kanalizačních výústí je stanovováno výpočtem na základě týdenního měření u jednotlivých kanalizačních výústí. Na tato měření má vliv více činitelů – klimatické podmínky, dotace balastními vodami díky vysoké hladině podzemních vod v místě uložení kanalizace a dále např. výběr konkrétního týdne v roce, ve kterém je měření prováděno (např. nižší spotřeba vody v době dovolených).

Hodnoty celkové výše poplatků za vypouštění odpadních vod z jednotlivých kanalizačních výústí uvedených v *Tab. 20* graficky znázorňuje *Graf 12*.

*Graf 12 – Výše poplatků (v Kč) za vypouštěný objem odpadních vod a roční koncentraci znečištění ze zdroje
Město Kravaře - kanalizace za jednotlivé roky (Rozhodnutí ČIŽP, 2014)*



Průběh křivky názorně dokládá pozitivní finanční přínos pro provozovatele kanalizace, tzn. Město Kravaře, a to díky razantnímu snížení výše poplatků v průběhu let 2005 – 2013, kdy byla uvedena do provozu nová oddílná kanalizace s napojením odpadních vod na ČOV Kravaře.

11 Závěr

Stokování a čištění odpadních vod je odrazem péče dané společnosti o trvale udržitelný rozvoj. Projekt „Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích“ (č. 2005/CZ/16/C/PE/004) byla ve městě Kravaře započata pro odstranění nevyhovujícího stavu nakládání s odpadními vodami, dosažení úrovně čištění požadované platnou legislativou a pro zlepšení kvality povrchových a podzemních vod jako celku.

Na základě diplomové práce bylo zjištěno:

- Město Kravaře vybudovalo za podpory EU novou oddílnou splaškovou kanalizaci, která je napojena na ČOV fungující na principu nízkozatížené dlouhodobé aktivace s nitrifikací, simultánní denitrifikací a aerobní stabilizací kalu.
- ČOV byla uvedena do trvalého provozu v listopadu 2010.
- Celkový počet obyvatel připojených na novou oddílnou kanalizaci zakončenou ČOV k datu 31.12.2013 je 6 359, což odpovídá 93 % obyvatel žijících ve městě Kravaře.
- Celkové investiční náklady na 1 obyvatele připojeného na novou oddílnou kanalizaci zakončenou ČOV k 31.12.2013 jsou ve výši cca 2 115 EUR.
- ČOV vykazuje nerovnoměrný přítok odpadních vod typický pro městské ČOV ovlivněný životem města.
- Množství odpadních vod přitékajících na ČOV je ovlivňováno dotací srážkovými a balastními vodami.
- Srovnání základních parametrů projektu ČOV a skutečnosti k 31. prosinci 2013 se ukázalo, že na ČOV je napojeno pouze 85 % EO předpokládaných v projektu a průměrný denní přítok Q_{24} je oproti projektu pouze 57 %.
- Kvalita odpadních vod vypouštěných do recipientu v době trvalého provozu svědčí o trvale vysokém čistícím efektu a je charakterizována poměrně stabilními hodnotami příslušných ukazatelů znečištění (BSK_5 , $CHSK_{Cr}$, NL , $P_{celk.}$).
- Odbourávání dusíkatého znečištění (ukazatelé $N-NH_4^+$, $N_{celk.}$) značně kolísá zejména díky hodnotám koncentrace rozpuštěného kyslíku v AN. Doba provzdušňování by se měla pohybovat v rozmezí 13 až 14 hodin na den v závislosti na venkovní teplotě. V obou AN je potřeba udržovat zásobu oživeného kalu na hodnotě kolem 2 g/l, tzn. 4 676 kg.

- Provoz kalového hospodářství je negativně poznamenán zhoršenými sedimentačními vlastnostmi kalu v aktivačních i dosazovacích nádržích. Trvale vyšší hodnoty kalového indexu indikují zbytnělý kal. K zlepšení sedimentačních vlastností oživeného kalu a k zvýšení sušiny NL kalu z kalojemu k odstředivce by mohlo přispět odzkoušení hlinitoželezitého koagulantu místo v současnosti používaného koagulantu železitého a poloprovozní odzkoušení zvýšení sušiny kalu z kalojemu před odstředivkou zahušťovačem kalu.
- Připojením obyvatelstva na novou oddílnou kanalizaci zakončenou ČOV došlo k razantnímu snížení vypouštěného znečištění v ukazatelích $CHSK_{Cr}$ a $N_{anorg.}$ z osmi kanalizačních výustí do recipientu řeky Opavy.
- Město Kravaře je od roku 2010 zpoplatněno u obou zdrojů znečištění - ČOV Kravaře a kanalizační výusti - pouze za objem vypouštěného znečištění.

Z celkového počtu 6 811 obyvatel s trvalým pobytem ve městě Kravaře bylo k 31. prosinci 2013 na novou ČOV napojeno 6 359 obyvatel, tedy cca 93 % obyvatel žijících ve městě Kravaře. Plán města Kravaře je, aby na novou oddílnou kanalizaci zakončenou ČOV byly napojeny všichni producenti odpadních vod, u kterých je napojení technicky možné.

Vybudování veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích výrazným způsobem přispělo k ochraně životního prostředí a je významným přínosem pro dosažení „dobrého stavu vod“.

Použitá literatura

Ambrožová J.: *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2003. Str. 1. ISBN 80-7080-521-8

Bezpečnostní list SÍRAN ŽELEZITÝ 40% vodný roztok. PENTACHEMICALS [online]. [cit.2014-03-02]. Dostupné na WWW:

<http://pentachemicals.eu/bezp_listy/s/bezplist_276.pdf>.

Cíle a nástroje Rámcové směrnice o vodě a politické možnosti pro další práci, Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí[online]. [cit. 2013-08-07]. Dostupné na WWW: <<http://www.czp.cuni.cz/Info/EU/Voda/4.htm>>.

CZERNIK, A. et KNEBLOVÁ, I. *Plán péče o přírodní rezervaci Koutské a Zábřežské louky na období 2008 – 2018*. Ms., depon. in: AOPK ČR, středisko Ostrava, 2008.

Česká republika. *Metodický pokyn pro zpracování Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací kraje čj. 10 534/2002-6000: Dodatek č. 1*. In: Ministerstvo zemědělství, 2004.

Česká republika. *Nařízení vlády č. 61/2003 o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech ve znění pozdějších předpisů*. In: 24/2003. 2003.

Česká republika. *Usnesení vlády České republiky ze dne 11. srpna 2010 č. 575 o Aktualizaci strategie financování požadavků na čištění městských odpadních vod včetně příloh, Aktualizace strategie financování požadavků na čištění městských odpadních vod včetně příloh k Aktualizaci*. In: Vláda České republiky, 2010.

Česká republika. *Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů*. In: 98/2001. 2001.

ČIŽP. *Rozhodnutí ČIŽP – Poplatkový výměr poplatku za vypouštění odpadních vod do vod povrchových, rok 2005 – 2013*. Ostrava, 2014

ČSN 75 6401. *Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel*. Praha: Český normalizační institut, 2006.

DOHÁNYOS, Michal: *Efektivní využití a likvidace čistírenských kalů*. Biom.cz [online]. [cit. 2013-11-26]. Dostupné na WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/efektivni-vyuziti-a-likvidace-cistirenskych-kalu>>. ISSN: 1801-2655.

DOHÁNYOS, Michal, Jan KOLLER a Nina STRNADOVÁ. *Čištění odpadních vod*. Praha: Ediční a audiovizuální centrum VŠCHT, 1994. ISBN 80-7080-207-3.

EIFFAGE CONSTRUCTION ČESKÁ REPUBLIKA, s.r.o. *Prohlášení Zhotovitele o ukončení díla a potvrzení konečné ceny o ukončení díla*. 2010.

Evropská unie. Směrnice Rady č. 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod. In: 1991.

GRAU, Petr. *Technologie čištění městských odpadních vod*. Praha: Státní energetická inspekce - Energetický institut, 1977

HLAVÍNEK, P., HLAVÁČEK J. *Čištění odpadních vod: Praktické příklady výpočtů*. Brno: vyd. NOEL 2000 s.r.o., 1996. ISBN 80-86020-0-2.

HLAVÍNEK, P.; MIČÍN, J.; PRAX, P. *Příručka stokování a čištění*. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2001. ISBN 80-86020-3-4

CHAVE, Peter. *The EU Water Framework Directive, An Introduction*. IWA Publishing, London, UK, 2001

LYČKOVÁ, B. a kol. *Multimediální učební texty zaměřené na problematiku zpracování kalů*. VŠB – TU Ostrava, [online]. [cit. 2013-11-26]. Dostupné na WWW: <<http://www.homen.vsb.cz/hgf/546/materialy/bara/index.html>>.

MALÝ, J.; MALÁ, J. *Chemie a technologie vody*. 2. Vydání. Brno: Ardec s.r.o., 2006. ISBN 80-86020-50- 9

MĚSTO KRAVAŘE. *Závěrečná zpráva, Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích*. Kravaře, 2010.

Obchodní rejstřík a Sbírka listin, Ministerstvo spravedlnosti České republiky, [online]. [cit. 2013-02-01]. Dostupné na WWW: <<https://or.justice.cz/ias/ui/vypis>>.

PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4. vydání. Praha: VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-701-9.

Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Moravskoslezského kraje. KÚ MSK [online]. [cit. 2014-02-19]. Dostupné na WWW: <<http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/cz/temata/koncepce/plan-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci-uzemi-moravskoslezskeho-kraje-8/>>.

Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Moravskoslezského kraje. KÚ MSK [online]. [cit. 2013-02-01]. Dostupné na WWW: <http://mapy.kr-moravskoslezsky.cz/tms/zpz_prvkuk/doc/kanalizace/8113_004_01_07423.html>.

POVODÍ ODRY. *Zpráva o jakosti vody v tocích za rok 2011*. 2011.

POVODÍ ODRY. *Zpráva o jakosti vody v tocích za rok 2012*. 2012.

Průtok vodního toku, WIKIPEDIE, [online]. [cit. 2013-05-05]. Dostupné na WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFtok_\(hydrologie\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFtok_(hydrologie))>.

Přehled základních údajů o obcích, KÚ MSK [online]. [cit. 2013-08-08]. Dostupné na WWW: <<http://verejna-sprava.kr-moravskoslezsky.cz/obce2.html?id=7423>>.

PYTL, Vladimír. V. *Příručka pro provozovatele čistírny odpadních vod*. 1. vydání. Praha: Medium pro SOVAK, 2004, ISBN 80-239-2528-8

Rizikové geofaktory - přehled, posudek č. 3478, Česká geologická služba,[online].[cit. 2013-03-13]. Dostupné na WWW: <<http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/amappy.php>>.

Seznam obcí kraje. KÚ MSK [online]. [cit. 2012-03-30]. Dostupné na WWW: <<http://verejna-sprava.kr-moravskoslezsky.cz/obce2.html>>.

Strukturální fondy: Fond soudržnosti, Ministerstvo pro místní rozvoj ČR [online]. [cit. 2013-01-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Fondy-EU/Programy-2004-2006/Fond-soudrznosti>>.

SÝKORA, Miroslav. *Vyhodnocení provozu ČOV Kravaře: rok 2011*. Ostrava, 2012.

SÝKORA, Miroslav. *Vyhodnocení provozu ČOV Kravaře: rok 2012*. Ostrava, 2013.

SÝKORA, Miroslav. *Vyhodnocení provozu ČOV Kravaře: rok 2013*. Ostrava, 2014.

Turistik. *Koutské a Zábřežské louky*. CzechGate s.r.o. © 2000 - 2009 [online]. [cit. 2009-12-25]. Dostupné na WWW: <<http://www.turistik.cz/cz/kraje/moravskoslezsky-kraj/okres-opava/kravare-okres-opava/koutske-a-zabrezske-louky/>>.

VONDRÁČEK LADISLAV. *Oznámení záměru podle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí č. 100/2001 Sb., ve znění zákona č. 93/2004 Sb., § 6, v rozsahu dle přílohy č. 3, Záměr: Novostavba veřejné splaškové kanalizace a objektu ČOV v Kravařích, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)*. Ostrava, 2004.

Tuček J., Chudoba J., Koníček Z., *Základní procesy a výpočty technologií vody*. Praha, SNTL 1988.

Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2009, Ministerstvo zemědělství[online]. [cit. 2013-08-07]. Dostupné na WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/materialy-na-jednani-vlady/x18-8-2010-zprava-o-stavu-vodniho.html>>.

Seznam obrázků

Obr. 1-Vymezení hranic aglomerace (MZe, Metodický pokyn čj. 10534/2002-6000, 2004)	3
Obr. 2 - Základní schéma kalového hospodářství na ČOV (autor, 2014)	15
Obr. 3 - Mapa města Kravaře a jeho nejbližšího okolí (Seznam.cz, [online])	17
Obr. 4 – Mapa vodstva v nejbližším okolí města Kravaře (HEIS VÚV, [online])	18
Obr. 5 - Mapa umístění přírodní rezervace Koutské a Zábřežské louky (Seznam.cz, [online])	20
Obr. 6 - Zakreslení kanalizačních výústí nečištěných odpadních vod (MěÚ Kravaře, 2014)	22
Obr. 7 - Vymezení hranic aglomerace Kravaře (Grafická část PRVKÚK MSK, [online])	23
Obr. 8 - Umístění ČOV v extravilánu města Kravaře (Seznam.cz, [online])	32

Seznam tabulek

Tab. 1- Kategorie aktivovaného kalu dle hodnoty kalového indexu (Chudoba aj., 1991).	14
Tab. 2 - Přehled tříd jakosti povrchových vod dle ČSN 75 7221	19
Tab. 3 - Hodnoty základních ukazatelů kvality splaškových odpadních vod (Pitter, 2009)	21
Tab. 4 - Přehled důležitých dat realizace výstavby projektu	25
Tab. 5 - Přehled povolené kvality vypouštěných odpadních vod z ČOV Kravaře ve stanovených ukazatelích (Rozhodnutí čj. ŽP-8802/2006-Es-231.2).....	25
Tab. 6 - Přehled povolené kvality vypouštěných odpadních vod z ČOV Kravaře ve stanovených ukazatelích (Rozhodnutí čj. Kra 2209/2010/ZP/ESCH)	27
Tab. 7 - Celkové náklady na realizaci projektu vyjádřené v EUR.....	28
Tab. 8 - Srovnání údajů z projektu a skutečnosti v roce 2013.....	40
Tab. 9 - Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod pro ČOV kategorie 2 001 – 10 000 EO (Příloha č. 1 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.)	41
Tab. 10 - Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod pro ČOV kategorie 2 001 – 10 000 EO (Příloha č. 7 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.) .	42
Tab. 11 - Přehled výsledků odebraných vzorků z ČOV Kravaře dle jednotlivých ukazatelů - rok 2011.....	43
Tab. 12 - Přehled výsledků odebraných vzorků z ČOV Kravaře dle jednotlivých ukazatelů - rok 2012.....	44
Tab. 13 - Přehled výsledků odebraných vzorků z ČOV Kravaře dle jednotlivých ukazatelů - rok 2013.....	44
Tab. 14 - Hodnoty provzdušňování v AN v jednotlivých měsících roku 2013 (Sýkora, 2014).....	50
Tab. 15 - Vyjádření účinnosti čištění odpadních vod v roce 2013 porovnáním hodnot koncentrace znečištění na přítoku na ČOV a průměrných hodnot na odtoku z ČOV u příslušných ukazatelů	51

Tab. 16 - Údaje o množství kontejnerů s odvodněným kalem a výše jednotlivých nákladů spojených s provozem ČOV Kravaře.....	58
Tab. 17 - Skutečná doba zdržení odpadních vod v AN, DN a na ČOV v roce 2013 (Sýkora, 2014).....	59
Tab. 18 - Ceny stočného za odvádění 1 m ³ odpadní vody na ČOV Kravaře a prostřednictvím původní jednotné kanalizace bez řádného čištění do recipientu v jednotlivých letech (Město Kravaře, 2014)	61
Tab. 19 - Hmotnostní a koncentrační limity zpoplatnění dle Přílohy č. 2 zákona o vodách	62
Tab. 20 - Množství vypouštěných odpadních vod z výustí jednotné kanalizace a ČOV Kravaře a výše poplatků za vypouštění v letech 2005 – 2013 (Rozhodnutí ČIŽP, 2014) .	64

Seznam grafů

Graf 1 - Množství odpadních vod (v m^3) přiváděných na ČOV Kravaře v letech 2009 – 2013	38
Graf 2 - Srovnání množství odpadních vod (v m^3) přivedených na ČOV Kravaře dle jednotlivých měsíců v letech 2010 – 2013	38
Graf 3 - Hodnoty ukazatele N-NH_4 (mg/l) na odtoku v roce 2011	46
Graf 4 - Hodnoty ukazatele N-NH_4 (mg/l) na odtoku v roce 2012	46
Graf 5 - Hodnoty ukazatele N-NH_4 (mg/l) na odtoku v roce 2013	47
Graf 6 - Hodnoty ukazatele $\text{N}_{\text{celk.}}$ (mg/l) na odtoku v roce 2011	47
Graf 7- Hodnoty ukazatele $\text{N}_{\text{celk.}}$ (mg/l) na odtoku v roce 2012	48
Graf 8 - Hodnoty ukazatele $\text{N}_{\text{celk.}}$ (mg/l) na odtoku v roce 2013	48
Graf 9 - Hodnoty kalového indexu (ml/g) v jednotlivých měsících daného roku	56
Graf 10 – Průměrná roční koncentrace (mg/l) vypouštěného znečištění v ukazateli CHSK_{Cr} za jednotlivé roky	63
Graf 11 – Průměrná roční koncentrace (mg/l) vypouštěného znečištění v ukazateli $\text{N}_{\text{anorg.}}$ za jednotlivé roky	64
Graf 12 – Výše poplatků (v Kč) za vypouštěný objem odpadních vod a roční koncentraci znečištění ze zdroje Město Kravaře - kanalizace za jednotlivé roky (Rozhodnutí ČIŽP, 2014).....	66

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Situace stokové sítě v měřítku 1 : 5 000 (Závěrečná zpráva, 2010)

Příloha č. 2 – Bezpečnostní list Síranu železitého 40% roztok (Pentachemicals, 2.3.2014, [online])

Příloha č. 3 – Fotodokumentace ČOV (autor, 24.7.2013)

Příloha č. 4 – Fotodokumentace vybraných výustí nečištěných odpadních vod (autor, 27.3.2014)